

マイクロフィルム用資料

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第3829号

土木研究所資料

建設事業における環境保全技術 ～ミティゲーション事例集～

平成13年3月

国土交通省土木研究所
環境部

Copyright © (2001) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

建設事業における環境保全技術 ～ミティゲーション事例集～

環境部

要 旨

ミティゲーションとは英語で緩和を意味する言葉であるが、最近では「建設事業等の人為行為が自然環境に与える影響を緩和する様々な措置」の意として用いられ、我が国でも公共事業に伴うミティゲーションが広く行われるようになってきている。本資料では、ミティゲーションの社会的背景、技術を概説するとともに、我が国における、道路、河川、ダムなどの各種の事業での実施事例を紹介する。

キーワード：ミティゲーション、釧路湿原、エゾシカ、エコロード、トダスゲ、ヒメマイト
トンボ、ケショウヤナギ、アカウミガメ、ヨシ原、塩生植物、ダム湖

目 次

第Ⅰ章 総論	1
第Ⅱ章 ミティゲーションの事例	
Ⅱ-1 釧路地震災害復旧とミティゲーション	8
Ⅱ-2 動物用の道路横断施設設置による生息域分断の緩和 ーエゾシカに配慮した国道334号・斜里エコロードー	15
Ⅱ-3 山岳道路における動物の生息域の分断防止 ー国道108号鬼首道路（エコロード）ー	22
Ⅱ-4 絶滅危惧植物トダスゲの緊急避難 ー荒川総合治水対策 新河岸川朝霞水門設置に伴うトダスゲの移植ー	30
Ⅱ-5 生息地の保全と拡大を目指した絶滅危惧種ヒヌマイトトンボの移植 ー一級河川荒川における鉄道橋の架替え及び護岸整備とヒヌマイトトンボの保護ー	36
Ⅱ-6 河床の変動を許容し、ケショウヤナギ群落を保全する ー上高地における梓川砂防工事ー	47
Ⅱ-7 計画から施工まで徹底したミティゲーション ー木曾三川ー	56
Ⅱ-8 事前実験による道路照明のアカウミガメへの影響緩和 ー国道1号線・潮見バイパスの新設ー	64
Ⅱ-9 ヨシ原の移設による近畿地方最大級のツバメねぐらの保全 ー国道一号改築事業 洛南道路建設に伴う宇治川植生移植ー	70
Ⅱ-10 塩生植物群落の保全 ー太田川放水路緊急用河川敷道路	77
Ⅱ-11 ダム湖における総合的な生息環境創出 ー沖縄・漢那ダムー	85

第I章 総論

はじめに

ミティゲーション (mitigation) とは英語で「緩和」を意味する言葉であるが、最近では「建設事業等の人為的行為が自然環境に与える影響を緩和するさまざまな措置」を意味する言葉として使用されている。最近我が国では公共事業に伴うミティゲーションが広く行われるようになってきている。本章ではこれらのミティゲーションの種類、その背景、海外のミティゲーションなどについて概観してみよう。

ミティゲーションの種類

ミティゲーションにはさまざまな種類があるが、従来の文献では、「回避」、「最小化」、「修復・再生」、「代替」の4種類に分類する例が多い。

「回避」とは、保全すべき自然環境の存在する空間が施設の設置、工事、供用などにより影響を受けることのないよう、その空間から離れて事業を行うことをいう。例えば、生物の生息・生育地を避けるために道路の路線の位置を変更したり、道路をトンネル化することにより地上にある自然環境を保全したりすることが、「回避」に該当する。

「最小化」とは、「建設する対象施設の規模・構造、工事や管理の方法を変更することにより、自然環境に与えられる影響を最小化することである。道路事業でいえば、道路が分断した動物の移動路をボックスなどにより確保したり、排水路に落ちた動物がはい上がれるよう排水路内に坂路を設けたりすることが、「最小化」に該当する。

「修復・再生」とは、工事によって傷つけられた自然環境を、修復・再生することで、郷土種によるのり面緑化などがこれに該当する。

「代替」とは、保全すべき自然環境がやむを得ず消失する場合に、もとの自然環境と同等のものを他の場所に設けることである。貴重植物の生育出来る環境を新たに造成して植物を移植することなどが「代替」に該当する。なお、「代替」には保全対象の自然環境が消失した場所の近くで代替する場合 (On site mitigation) と、離れた場所で代替する場合 (Off site mitigation) とがあるが、一般に離れた場所に保全対象の生息・生育環境を造成することは困難な場合が多く、望ましくない。

また、消失する自然環境を構成する生物種と同等の種で修復・再生、代替を行う場合 (In kind of mitigation) と異なる生物種で行う場合 (Out kind of mitigation) とがある。

なお、「回避」、「最小化」、「修復・再生」、「代替」の区別は必ずしも明確なものではない。例えば道路建設において、植物の生息地を改変しないよう橋梁でまたぐことは、「回避」とも言えるが、日照や降雨などの環境要素が変化し影響が全くないとは言い切れないため「最小化」とも言える。

後述する「環境影響評価の技術指針」では、ミティゲーションなどの環境影響緩和措置を「回避」「低減」「代償」の3種類に分類しているが、上記の「最小化」と「修復・再生」が「低減」に、「代替」が「代償」に該当するものと考えてよいであろう。

ミティゲーションの背景

近年、我が国においてミティゲーションが広範に行われるようになった背景には、内外における生物の保全に対する人々の関心の高まりと、それへの行政の対応があるだろう。これらについて概観しよう。

・生物の保全に対する関心の高まり

国連環境計画 (UNEP) によれば、最近の約2世紀の間の生物の絶滅の速さは、それ以前の

50～100 倍に達しており、1994 年時点で、絶滅のおそれのある稀少生物は約 1 万種と推定されている。そして、種の絶滅や生物資源の消滅は人類の食料やエネルギー、水の浄化などの機能を脅かすと言われている。また、WWF ネイチャーシリーズ「生物の多様性」によると世界で識別されている種数は表 1 の通りである。そして、これらの種の減少の原因は、生息地の破壊・生態系の汚染など人為によるものとされている。

生物種の絶滅が憂慮されているのは我が国の場合も同様である。環境庁が 1991 年の調査に基づき発行したレッドデータブックによれば、日本産の哺乳類 188 種中 55 種に絶滅のおそれがある。同様に鳥類では 665 種中 132 種に、は虫類では 87 種中 16 種に、両生類では 59 種中 14 種に、魚類では 200 種中 41 種に、昆虫類では 28,720 種中 206 種に絶滅のおそれがある。

一方、植物についても、日本自然

保護協会と世界自然保護基金日本委員会によって作成された「我が国における保護上重要な植物種の現状」によると、667 種の維管束植物が絶滅の危険のある植物種と言われている。その原因の主なものとしては、乱獲、水質の悪化などのほか、開発に伴う生息環境の悪化が挙げられている。

1992 年、国連環境開発会議（地球サミット）が、ブラジルのリオデジャネイロで開催された。この会議では、世界規模で進む種の減少をくい止めるため、「生物多様性の保全に関する条約」が検討された。そして、翌年 12 月には「生物の多様性に関する条約」が検討された。同条約は、生物の多様性の保全、生物資源の持続可能な利用などを目的とした条約であり、生物資源保全のための各種の措置、開発途上国支援のための資金メカニズム等を規定している。

このように、世界全体での生物種の保全に対する関心が高まる一方で、我が国では生物と人間とのふれあいに対する関心が高まってきた。

戦後我が国において都市への人口と産業の著しい集中が起こり土地利用の高度化が進み、都市の自然が失われてきた。近年、このような失われた自然を都市に取り戻す運動が各地で行われており、小学校にトンボ池を設ける地域も多数見られるようになってきた。中には野生生物の生息空間を屋上や敷地内に設けるマンションやオフィスビルまで現れるようになってきている。

また、市街地周辺では、都市に集中した人々のマイホーム用地として開発が進み、野生生物の生息の場が奪われているばかりでなく、動物と人間生活との間に衝突が起きようになった。とりわけ、タヌキ、ウサギなどのロードキル（自動車による轢死事故）はいたいたしい。このような中で、地域の生物を保全しようという運動が各地で起こっている。

表 1 世界で識別されている種数

分類単位	分類種数
原核菌類（細菌、藍藻類）	4,760
真菌類	46,983
藻類	26,900
植物（多細胞植物）	248,428
原生動物	30,800
海綿動物（カイメン）	5,000
腔腸動物（クラゲ、サンゴ、クシクラゲ）	9,000
偏形動物（ウズムシ）	12,200
線虫（回虫）	12,000
環形動物（ミミズなど）	12,000
軟体動物	50,000
棘皮動物（ヒトデなど）	6,100
昆虫類	751,000
昆虫以外の節足動物（ダニ、クモ、甲殻類など）	123,161
魚類	19,056
両生類	4,184
爬虫類	6,300
鳥類	9,040
哺乳類	4,000

（資料出所）Annals of the Entomological Society of America, vol.83,1990

（出典）WWW（世界自然保護基金）ネイチャーシリーズ③生物の多様性 P-7（WWW Japan）

一方、従来から自然が豊かだとされる中山間地域においても、農地や森林開発により生物の生息・生育空間が奪われたり、また道路により生物の生息空間が分断・縮小されたりしている。また、河川においても、コンクリートの護岸や水路の直線化が生物の生息空間を奪ってきた。これに対し、豊かな自然を守っていこうとする運動が各地で起こっている。

土木研究所の調査結果によれば、東京都内における調査において生物の保全の必要性はほとんどの人々が認めており、その割合は市街地においても山村においても変わらないとされている(図1)。また、生物の保全が必要である理由として、「人間には生物とのふれあいが必要だから」「生物の多様性を保全するために必要だから」などが高い支持を得ている(図2)。

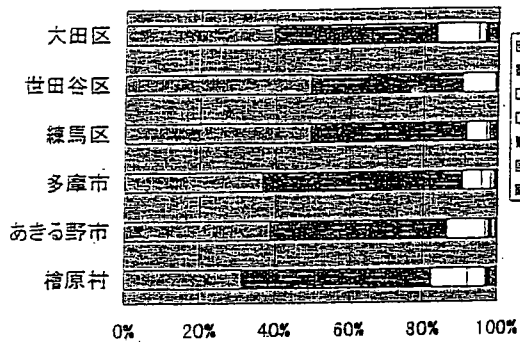


図1 生物の保全の必要性に対する評価
(都内6地区のアンケート結果)

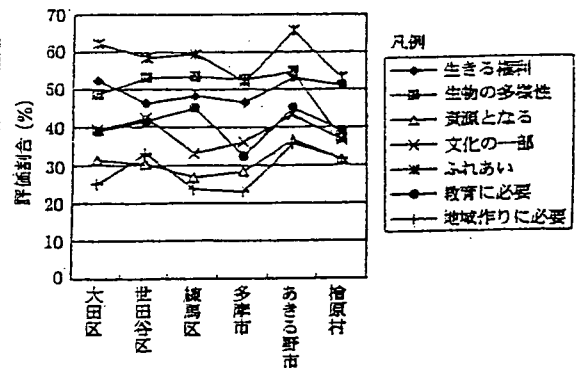


図2 必要理由別の評価の割合

・環境基本法と環境影響評価法

以上のような、内外の関心の高まりを受けて、我が国でも、1993年には環境基本法が制定された。この法律は、環境の保全についての基本理念を定め、官民の責務を明らかにしたものである。その第2章では我が国の環境保全に関する施策が、「生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること」「人と自然との豊かな触れ合いが保たれること」を旨として行われなければならないとされている。

そして、翌年には同法に基づき環境基本計画が定められた。本計画は「人間が多様な自然・生物とともに生きることが出来ること」などを目指し、施策の大綱、民間・公共を含め各主体の役割、政策手段の在り方を定めたものであり、山地自然地域、里地自然地域、平地自然地域、海岸地域に分けて推進すべき施策が示されている。

1995年には「生物の多様性に関する条約」に基づき、生物多様性国家戦略が策定され、各種の施策が体系的に取りまとめられた。

さらに、1997年6月には環境影響評価法が制定され、一定規模以上の公共事業については、法律に基づき事前に環境要素に対する影響が予測・評価され、事業の認可に反映されることとなった。そして、同年12月には環境庁により「環境影響評価法に基づく基本的事項」が定められ、翌年6月には公共事業を所管する各省の省令により環境影響評価の技術指針などが定められた。これらにより、自然環境にかかわる環境要素に、従来の「動物・植物、生態系」が定められた。また、環境影響評価は図3の手順で行われるが、この中にはミティゲーションを含む環境保全措置の検討が位置づけられており、環境保全措置の検討については、事業者により実行可能な範囲で、影響を回避し、または低減することなどを目的として検討するものと定められた(省令第14条)。さらに影響評価の方法についても、影響が、事業者により実行可能な範囲で出来る限り回避され、または低減されており、必要に応じその他の方法により環境保全についての配慮が適正になされているかどうかを評価することとされた(省令第11条)。

法律に基づき環境影響評価を行う事業以外の事業については、地方公共団体が条例により環境影響評価を行うことを義務付ける動きが広がっており、この中でミティゲーションなど環境保全措置についての検討も次第に広範に行われるようになるものと予想される。

・建設事業における自然環境保全施策

このようなさまざまな動きの中で、建設事業の主体である建設省においても動植物の保全にかかわる施策が行われてきた。中でも1994年1月に出された「環境政策大綱」は画期的なものと言えるであろう。この大綱の前文では、「健全で恵み豊かな環境を保全しながら、人と自然との触れ合いが保たれた、ゆとりとうるおいのある

美しい環境を創造するとともに、地球環境問題の解決に貢献することが建設行政の本来の使命であるとの認識をすること、すなわち「環境」を建設行政において内部目的化するものとする。」と述べられている。また「Ⅰ 国土形成における環境政策の理念」においては、1節を設け「自然環境・生態系への影響を最小限とするため、自然の改変にあたってはミティゲーションを積極的に推進する。」とされている。

これと前後し個々の分野においてもさまざまな施策がとられてきた。

河川行政においては1990年に多自然型川づくりが新規施策として打ち出された。多自然型川づくりは、以後急激に件数をのばし、これまでに行われた多自然型川づくりは1万件を超えるであろうと言われている。

1997年には河川法が改正され、河川の管理の内容の一つとして「河川環境の整備と保全」が位置づけられた。

また、道路行政においては、生物の保全に配慮した整備が次第に広範に行われるようになってきたが、1993年からは、このような道路を「エコロード」と呼び、より一層の整備推進が図られることとなった。

なお、公園緑地行政においては、1987年から自然生態園、野鳥観察施設などを備え、市民の環境活動や自然とのふれあいの場となる「環境ふれあい公園」等の整備が行われている。

このほか、1997年からは、さまざまな公共施設やその他の緑地が一体となって生態ネットワークの形成に関する事業が、河川、道路、公園緑地、それぞれの行政分野において重点施策として取り上げられている。

以上のように建設行政においても、動植物の保全に関する法的・制度的充実が図られており、これらがミティゲーションが広範に行われる背景となっていると考えられる。

海外におけるミティゲーション

前述のように、ミティゲーションという概念は1970年代にアメリカで提案され、1978年の環境保全審議会（CEQ: Council on Environmental Quality）が定義したものをもととしているようであり、開発行為許可の付帯条件として記載される、法的な規定を持つものという性格を持っている。しかし、各国におけるミティゲーションの捉え方には幾分違いがあり、必ずしも法的に規定されたものではない。

我が国のミティゲーションと比較して、海外におけるミティゲーションの事例の特徴の一つは、道路による動物の移動障害を軽減するオーバーパスの事例がしばしば見られることである。

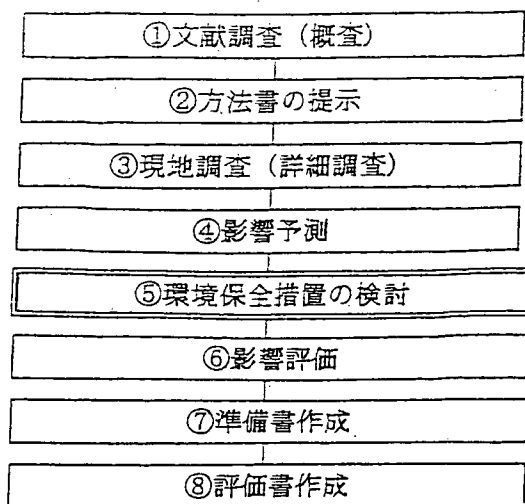


図-3 環境評価の手順

また、我が国の場合は、市街地内の道路におけるミティゲーションの例があまり見られないが、市街地内にもにおける生態的ネットワークを確保しようとするオランダではこのような事例が見られる。

公共事業が自然環境に与える影響

環境影響評価の技術指針によれば、公共事業が自然環境に与える影響には、公共施設の「存在」によるもの、「工事」によるもの、「供用」によるものとされている。動植物・生態系への影響の種類について、公共事業の分野別に整理すると表2のようになる。

①生息・生育空間の減少

表2の「生息空間の減少」とは、道路や河川の人工的構造物が空間を占有してしまうために、それまで生物が生息・生育していた空間が減少してしまうことである。道路の場合、占有される空間は道路の路面の部分ばかりでなく、のり面の部分も含まれる(図4)。

移植が困難な植物では、生育空間の減少は、直ちに個体数の減少に結びつく。

表-2 公共事業が動植物・生態系に与える影響

	存 在	工 事	供 用
道 路 ・ 都市開発	・生息空間の減少(餌場、休息の場、避難の場繁殖の場等) ・生息空間・移動路の分断 ・冷気の滞留 ・地下水の分断、水位の低下 ・林内への風や太陽光の流入 ・都市開発による水系の分断や水源林の縮小	・工事用道路や敷地については、左に同じ ・工事用の機械や自動車による騒音・振動の発生 ・発破音の発生 ・工事用機械による排気ガスの発生 ・汚水の流出	・自動車走行による騒音・振動 ・道路照明やヘッドライトによる生息環境の攪乱 ・自動車からの排気ガスの発生 ・自動車との衝突 ・路面からの汚水の流出 ・都市開発の場合、工場等設置される施設からの騒音、汚水、排気ガス
河 川 ・ ダム等	・コンクリート護岸、高水敷整備、ダムなどによる生息環境の減少(餌場、休息の場、避難の場繁殖の場等) ・低水敷の形状の変化に伴う瀬や淵の消失 ・堰、床留めなどによる水生生物の移動路の分断 ・ダム湖による生息環境の変化および陸生生物の移動路の分断	・工事用の道路や敷地については道路の場合に同じ ・機械の騒音、振動の発生 ・発破音の発生 ・水環境(水位、水質、水温など)の一時的な変化 ・ダムの場合などのように長期間の工事用照明による生息環境の攪乱 ・ダム原石山の採掘による生息空間の減少	・取水、排水、流量調節、水位調節による水環境(水位、水質、水温など)の変化 ・河床の地形の変化 ・河床材料の変化

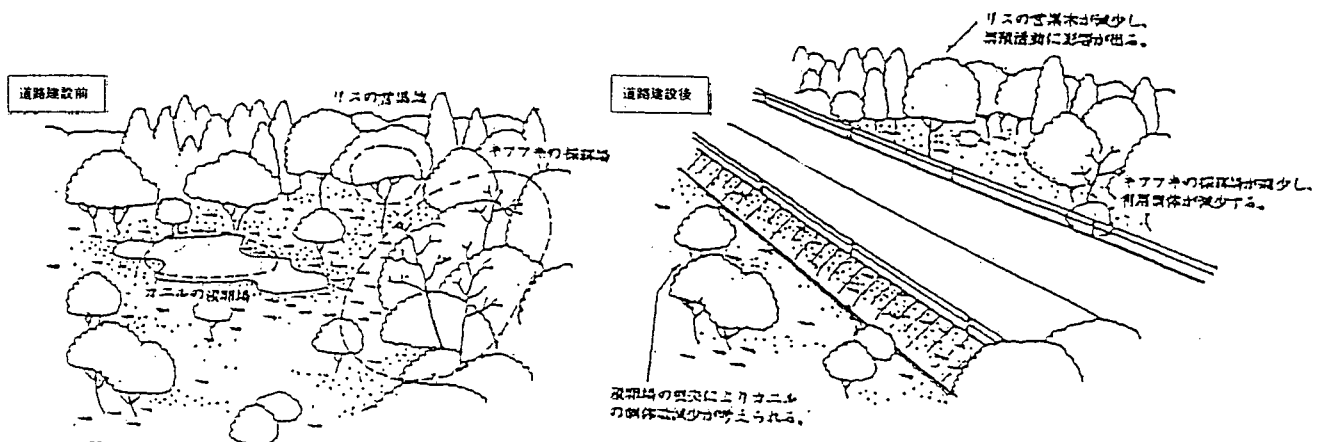


図4 自然の減少模式図

②生息空間・移動路の分断

動物は、採餌、繁殖などさまざまな目的で移動する。時にはある特定の目的地をめざして移動する場合もある。道路などにより移動が阻まれた場合には、動物は無理矢理横断しようとして自動車にはねられる。また、餌を採ったり繁殖したりすることができずに絶滅することもある。たとえ、そのようなことが起こらなくても動物の生息地が分断され、群の行き来がなくなると、遺伝的形質が単純化し、群（個体群）は衰退する（図5）。

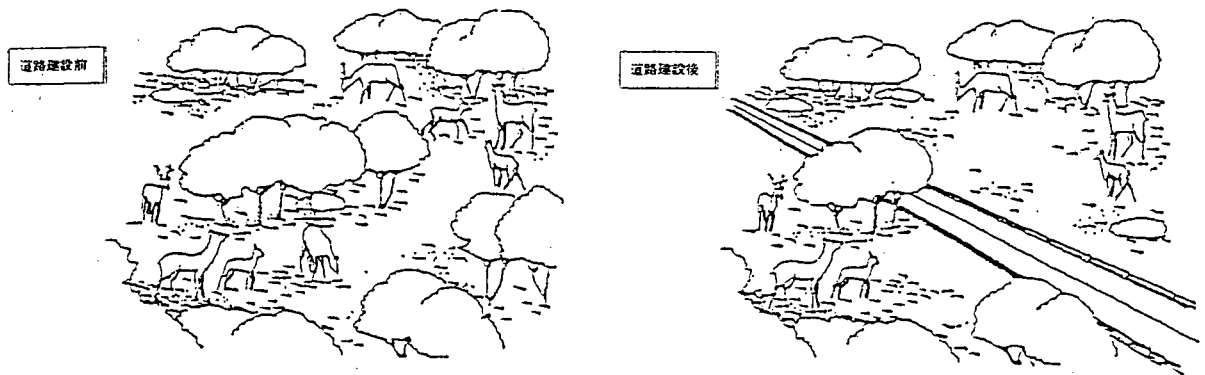


図5 生息域の分断模式図

③地下水の分断、水位の低下

道路を支持するために地中に打ち込まれたパイル、掘り込み、トンネル、圧密などが地下水を遮断することがある。地下水の遮断は、それらから水分を吸収していた植物や、下流の湧水に依存している動物に影響を与える。時には、地下水により冷涼に保たれた地温でのみ生活出来る生物に影響を与えることもある。

④林内への風や太陽光の流入

林が開伐されると、林外の乾燥した風や太陽光が林縁に流入する。暗く湿度の高い開伐以前の環境に適応していた生物は減少し、変化した後の環境に適応する植物が繁茂する。

⑤冷気の滞留

谷部にされた盛土のために、山の斜面に沿って下降してくる冷気がせき止められ滞留し、周辺の動植物に影響を与えることがある。

⑥水系の分断、水源の減少

都市開発など面的整備の場合、しばしば既存の水系を分断したり、水源となっている森林をなくすことにより下流に住む生物に影響を与えてしまうことがある。

⑦照明やヘッドライトによる生息環境の攪乱

昆虫の中には光源に誘引され飛んできて落下し絶滅してしまうものがある（タガメなど）。人工的な光は生物の繁殖を妨げる場合もある（ホタル、ウミガメなど）。

⑧河川の水量の変化

河川の水量が減少すると、水質の悪化、水温の上昇、河床材料が石から土砂への変化などによるさまざまな生物相の変化が現れてくる。

道路事業について、回避、低減、代償の例をまとめたのが、図6である。ここでは、道路事業のそれぞれの段階で検討すべき事項を示している。

表3は、道路、都市開発、河川事業におけるミティゲーションの種類の例である。

ここで掲げた例の他にも、ミティゲーションにはさまざまな例が考えられる。実際の公共事業に当たっては、事業計画の早い段階から、ミティゲーションを念頭に置き、公共施設の計画と一体となってミティゲーション計画の検討を進めるべきであろう。

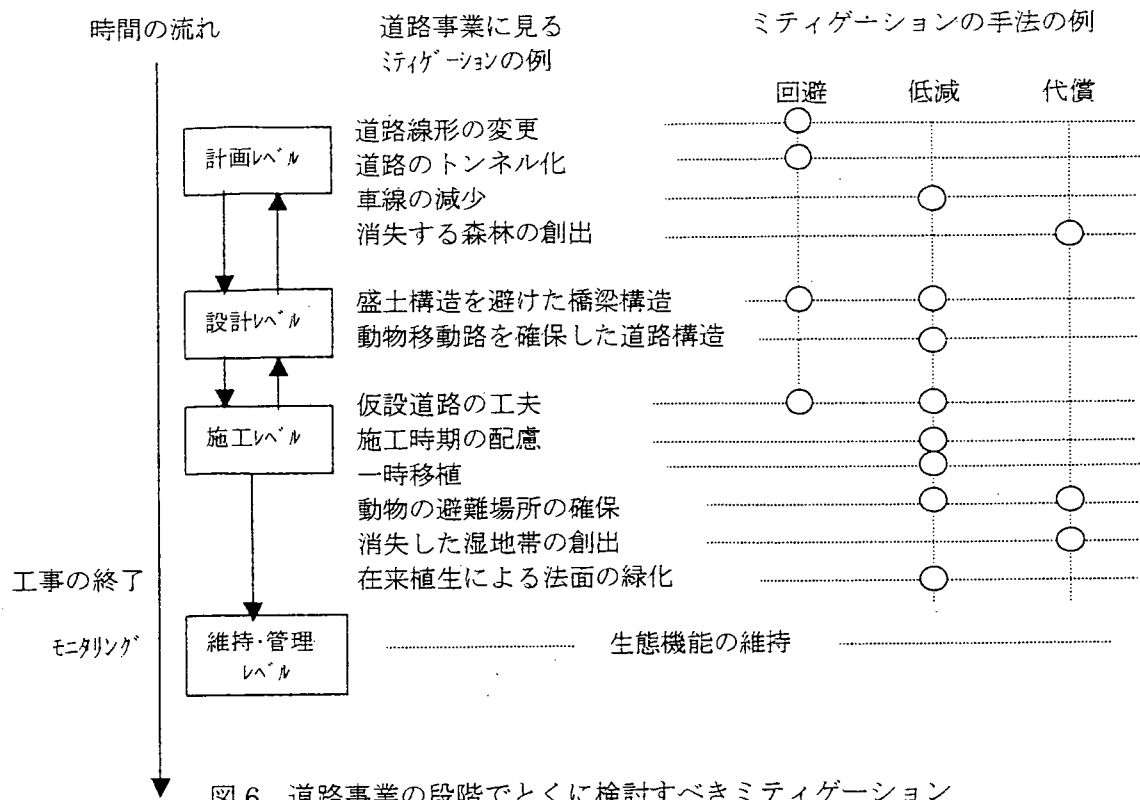


図6 道路事業の段階でとくに検討すべきミティゲーション

表-3 ミティゲーションの手法の例

	存 在	工 事	供 用
道 路	- 道路線形の検討による保全対象の改変の回避・低減 - 擁壁構造の採用による保全対象の改変の回避・低減 - 車線数の減少による低減 - 重要な植物の移植 - のり面等への樹林の復元 - 表土の保存・活用 - 動物の移動経路の確保と誘導 - 排水用構造物への構造物の落下防止等の配慮 - 代替生息・生育地の確保 - 流路の確保による水系の分断の防止	- 工事用道路については左欄に同じ - 施工ヤードの設置位置の検討による保全対象の改変の回避・低減 - 建設機械の稼働や発破作業等により発生する騒音の低減	- 夜間照明の漏洩防止 - 遮音壁の設置 - 標識による動物に対する注意の喚起
都市開発	- 事業区域内における一部非改変区域の設置による保全対象の改変の回避・低減 - 代替生息・生育地の確保	同上	
河 川 ・ ダ ム 等	- 魚道の設置 - 代替溪流の整備 - 代替生息・生育地の確保 - 重要な植物の移植 - のり面等への樹林の復元 - 水辺植生の復元 - 表土の保存・活用 - コンクリートブロックに代わる蛇籠などの使用 - 水路の曲線化	同上	- 流量の確保 - 流量の調節による河床堆積物の一掃

第Ⅱ章 ミティゲーションの事例

Ⅱ-1 釧路地震災害復旧とミディケーション

1. ミティゲーションの背景、必要性

1993年、(平成5)1月15日午後8時6分、釧路沖で大きな地震が発生した。釧路市内での震度は6、大きな打撃音と激しい揺れが各地に被害をもたらした。震源地は釧路市の南約20キロの沖合、震源の深さ107キロと推定され、釧路市内では観測史上初の烈震を記録した。

この地震によって、釧路湿原内の釧路川の堤防は、ひび割れ、法崩れ、沈下等の大きな被害を被った。地震直後から北海道開発局釧路開発建設部は復旧に当たったが、施工箇所が釧路湿原の国立公園特別保護地区であり、またラムサール条約登録地に接していることもあり、計画、施工、完成後のモニタリングも含め、徹底したミティゲーションが行われた。

釧路湿原(図-1)は氾濫防御のための遊水地として機能しており、復旧が行われたのは遊水地の堤防である。災害復旧による自然環境への影響が懸念されたため、釧路開発建設部では早い段階より、環境庁、北海道釧路支庁、釧路自然保護協会、釧路市およびラムサール会議準備室と協議を行い、対策方針を決定してきた。また、動植物専門家の4人の環境アドバイザーに環境チェックを委嘱し、工事を行ってきた。

2. ミティゲーションの目的

釧路湿原の自然環境への影響を最小限にすることを目的とした。具体的には以下の項目に対する影響軽減対策である。

(1)地下水流動対策

鋼矢板を用いた仮堤防設置時の地下水流動への影響軽減

(2)動植物保全対策

1)工事騒音等によるタンチョウなどの鳥類への影響軽減

2)キタサンショウウオ産卵池の保全

(3)水質対策

工事による土砂流出、工事従事者の雑排水対策

(4)工事従事者による環境影響の回避

3. ミティゲーションのスケジュール

地震の復旧ということで短い期間で効率的に行われた。

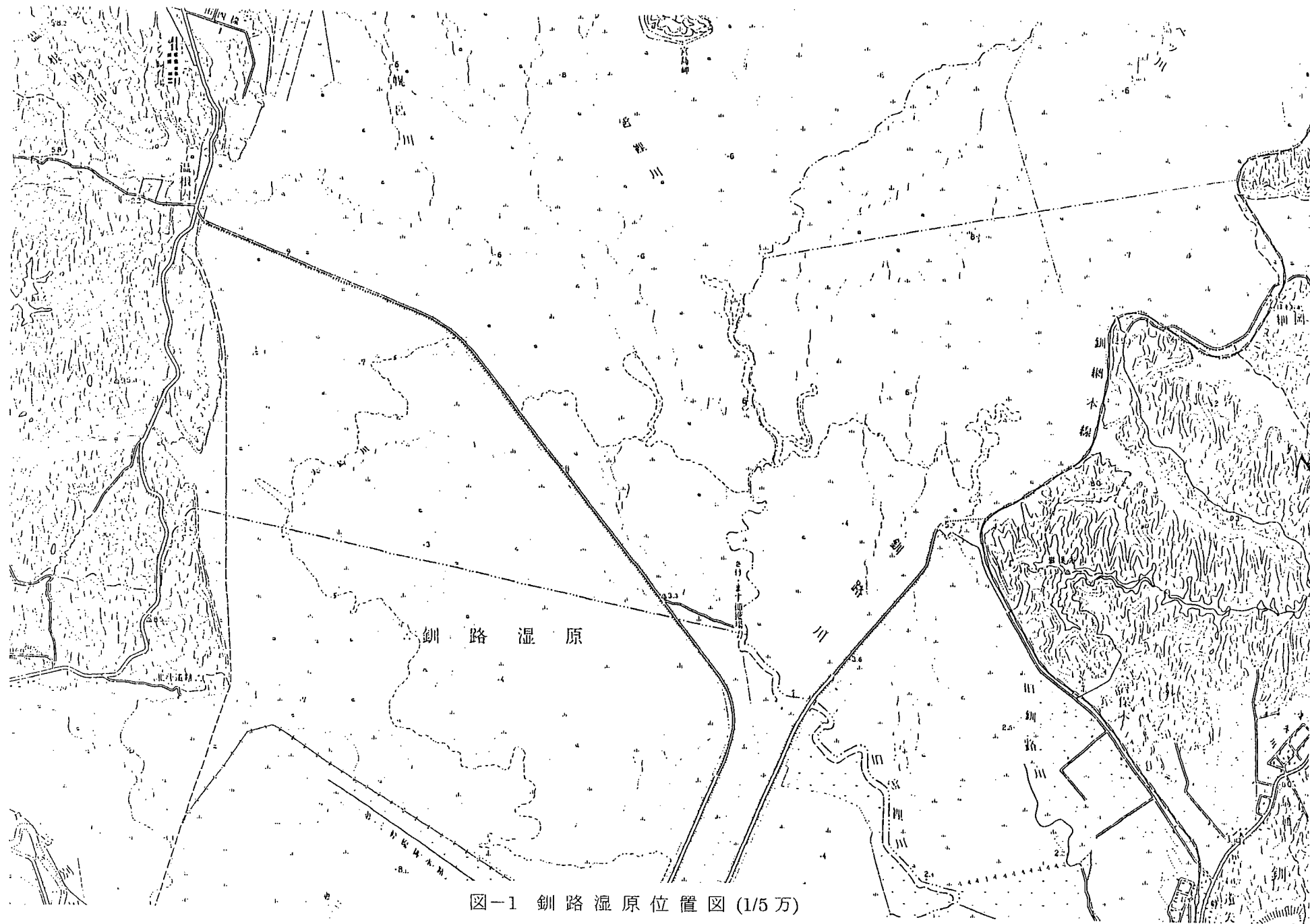
期 間 (年度)	1993. 1.15 (平成 5)	1993 春 (平成 5)	1993 年度 (平成 5)	1994 春～ (平成 6)
	釧路地震	事前調査	復旧工事	モニタリング

4. ミティゲーションの実際

4.1 地下水流動対策

湿原が維持されるための第1の条件は、一定の水位が保たれている事である。湿原の生態系は、その水循環に依存している。しかし、復旧工事により、この水循環がたたれる事が心配された。

釧路遊水地の堤防を復旧するためには、被災した堤防を撤去し、新たに堤防を作らなければならない。また、堤防撤去期間中の大雨による氾濫を防ぐために、仮の堤防を作る必要が



图一1 釧路湿原位置图 (1/5 万)

あった。そこで、安価で短期間に行うことの出来る二重鋼矢板を打ち込み、その間に土を入れ、仮設の堤防を作る工法である。

昭和 50 年代より行われていた地下水流動調査(図-2)や堤防調査によれば、遊水地堤防付近の地盤は、支持層の上に水を透す(透水係数 $4 \times 10^{-3} \sim 8 \times 10^{-3} \text{m/sec}$) 厚さ約 5m の砂層、その上に泥炭層がのっており、地下水は堤内から堤外へと流動している。そこで有限要素法による断面 2 次元解析が行われた。その結果、普通の矢板を打設すると、矢板を通過する流量は、矢板のない場合に比べて約 20% に減少することが、シミュレーション計算により予測された。

そこで、地下流動への影響を軽減するため、穴あけ率を変化させた計算を行ったところ、穴あけ率 4% でも矢板のない場合の 84% 流量を確保でき穴あけの効果が大きいことがわかったので、穴あき鋼矢板を採用することとなった。原則として、この穴あき鋼矢板を 10m 間隔で用い、旧河道を横切る箇所には連続的に施工した。こうすることにより、地下水の循環量は八割方影響を受けない(砂層のある場合)という予測がなされた。

4.2 動植物保全対策

工事による湿原内の動植物への直接的影響を軽減することは、ミティゲーションの基本である。そこで、以下のような対策が行われた。

- ① 工事による騒音、振動による鳥類(タンチョウやアオサギ等)に対する影響を軽減するため、低振動、低騒音工法を採用した。
- ② 復旧工事を行う堤防に近接したキタサンショウウオの産卵池が工事により影響を受ける。そのため、産卵池に近接した箇所の仮締切鋼矢板は、堤内側に設置する。また、堤防切返し工事に際しては、隣接するキタサンショウウオ産卵池が損傷を受ける可能性があるため、代替池を設ける。産卵後の卵塊及び成体を専門家の手で保護し移転させる。さらに、移転後も数年間にわたって繁殖成功調査を行う。
- ③ 湿原で火災が発生した場合には、動植物の生息環境に与える影響が大きいため、野火を発生させないように、火気の取扱いに注意した。

4.3 工事による水質対策

工事による土砂流出・工事従事者の雑排水についても次のような対策を行っている。

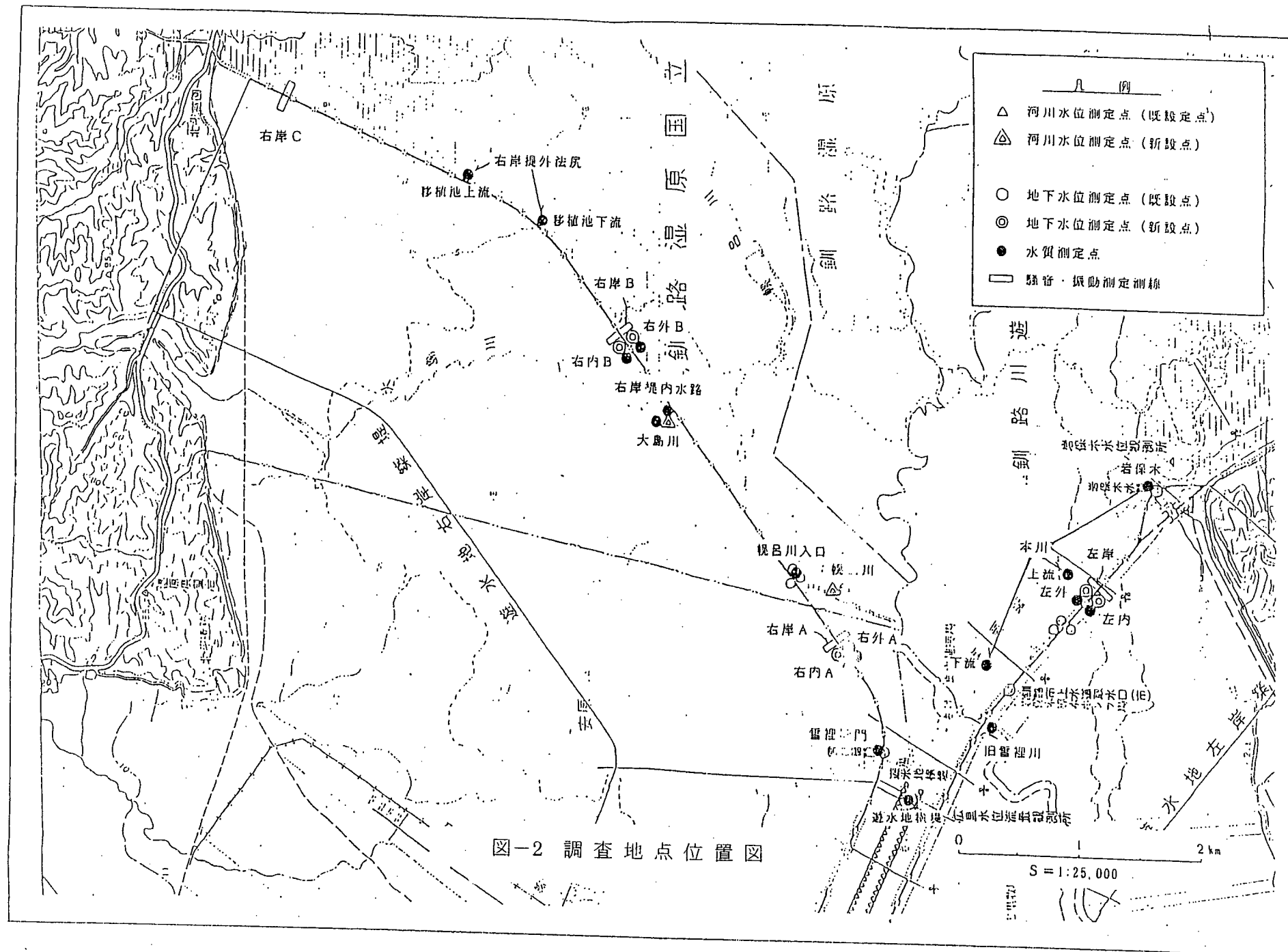
- ① 現場事務所のトイレを簡易水洗とし、各工区に漉過器を設置して生活排水の管理の徹底を図り、湿原内に流下させなかった。
- ② 粉塵に対しては、工事用道路に散水をし、交通量の多い一部は簡易舗装とした。
- ② 土砂流出に対しては、法面に張芝工を施工し、法尻に土のう積みを行い、湿原内に土砂を流出させないようにした。

4.4 工事中の工事従事者への対策

現場における工事従事者へ環境意識を徹底させるため、環境面の教育を行い、マニュアルを配布した。また現場での完全禁煙を実施し、そのために現場に喫煙所を設け徹底させた。

4.5 工事中及び工事後のモニタリング

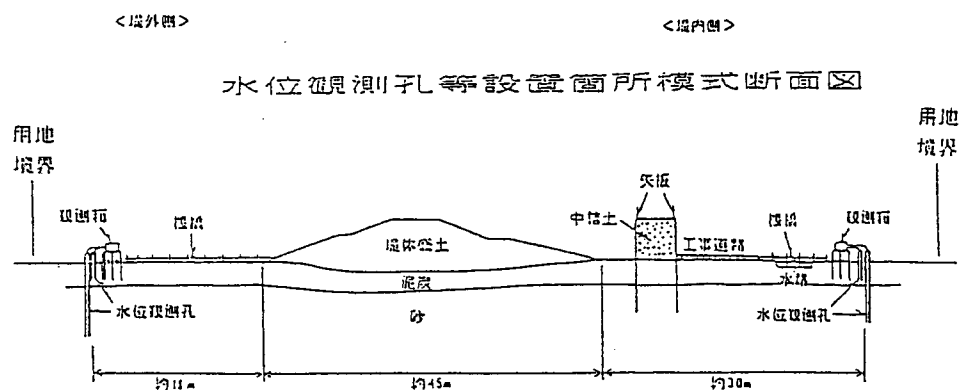
以上述べたすべての項目について、工事中および工事後・モニタリングを実施している。とくに動植物に関しては、アドバイザーに委嘱し、工事中に現地を巡視し、工事による影響を監視した(観測地点は次表のとおり)。



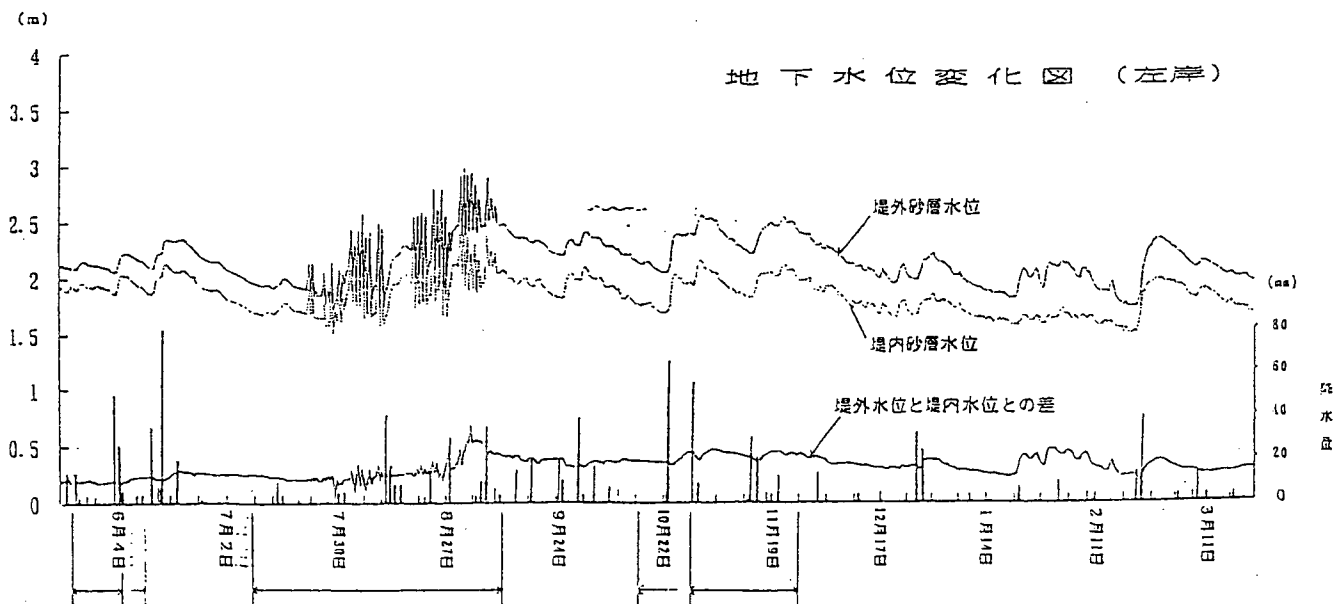
項 目	測定点	測定回数
河川水位	既設 3 点 新設 2 点	工事前 1 回
地下水位	既設 4 点 新設 12 点	工事中 2 回 工事後 1 回
水質 (PH,BOD,.SS, BO,大腸菌群数)	23 点	同 上
騒音・振動	4 点	工事前 1 回 工事中 2 回
動植物等	動植物等 4 人のアド バイザーによる巡視	定期的

その結果、

- ① 工事による地下水位への影響はとくにみられなかった。



<左岸K9K800付近>



- ② 騒音・振動によるタンチョウへの影響はとくにみられなかった。
- ③ 土砂流出による問題はみられなかった。とくに土のうは非常に効果的であった。
- ④ 94・95年における調査の結果、新池でのキタサンショウウオの卵塊数が工事前の旧池の数とほぼ同数となっている。

キタサンショウウオの卵塊数

調査時	新池	旧池	合計
1993年春	～	214	214
1994年春	185	50	235
1995年春	198	189	387

4.6 評価

ミティゲーションの対象範囲、事前調査、予測、方法、監視、モニタリングなど、非常に広範囲に精度高く、しかも迅速に行われた。このため復旧工事中・後をとおり、環境面で大きな問題は生じておらず、自然保護団体からも一定の評価を得ている。今回の環境保全対策が十分にその目的を果たした理由としては、本復旧工事着手前から関係諸機関と早期に事前協議を行い、理解を得ていたこと、及び環境アドバイザーの指摘事項を末端の現場作業員にまで周知徹底させ、直ちに改善あるいは実行したことが揚げられよう。

4.7 学識経験者などの関与

環境アドバイザーに工事現場の巡視、工事による影響の監視及び環境保全に関する助言を委嘱した。

メンバー

- ・北海道大学農学部教授 辻井達一:道内における植物生態の研究者
- ・北海道文化財保護審議会委員 正富宏之:タンチョウ生態研究の第一人者
- ・北海道教育大学教授 神田房行:道内における植物生態の研究者
- ・釧路・自然保護協会幹事長 高山末吉:両生類、は虫類の研究者

5. まとめ

5.1 事例の特徴

- ・地下水流動・水質保全・動植物保全・工事対策など、総合的観点から行われた日本を代表する湿原のミティゲーション
- ・工事従事者へ環境面の教育を行った先駆的事例
- ・浸透流の予測にみられるミティゲーションへの数値解析利用
- ・各項目に対する徹底的なモニタリング
- ・さまざまな部署や学識者との協議
- ・環境監視についての専門家への委嘱

5.2 今後の対応

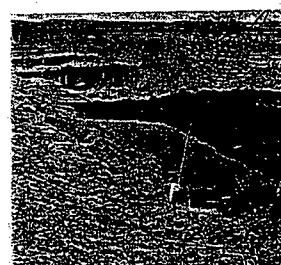
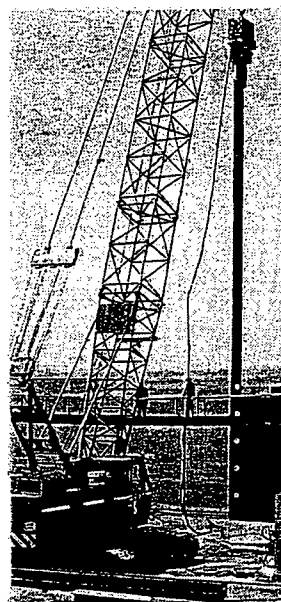
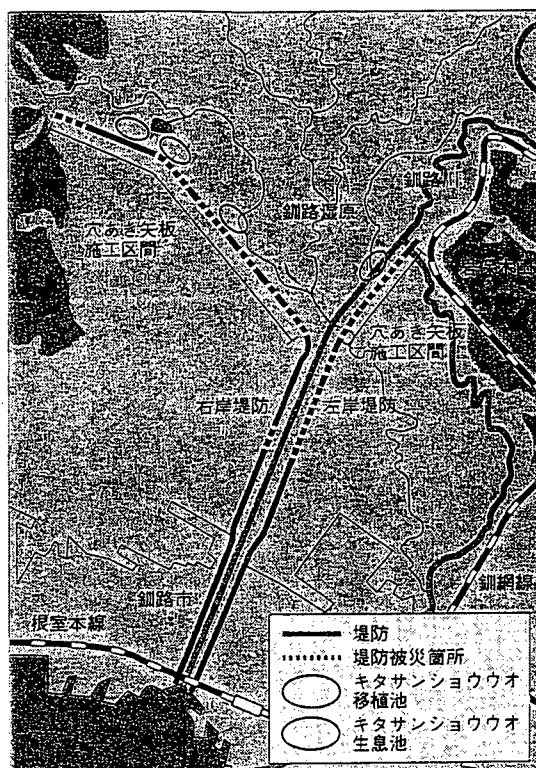
特になし

事業主体:北海道開発局釧路開発建設部
所在地:北海道釧路市

引用文献

島谷幸宏(1996)、釧路川、FRONT,1996.12

原田輝雄・荒井博明・高橋武雄(1994)・釧路地震災害復旧工事における環境保全対策、第48回建設省技術研究会報告書



上／施工箇所の概略図。

右上／工事に用いられた穴あき鋼矢板。

右下／造成したばかりのキタサンショウウオ移植池。

(写真＝右2点、左頁1点とも北海道開発局釧路開発建設部)



キタサンショウウオ

ゾシカのロードキル発生件数は89件で、そのうち一般国道334号真鯉地区では38件(全体の42.7%)と集中している(表-1)。これは、国道334号周辺にはエゾシカが越冬地として選好する条件「①海や川に面した傾斜地がある。②餌とするササや広葉樹の樹皮が得やすい。③吹雪を避けるための密生した針葉樹林が近くにある。」等がそろっているためと考えられる。また、路肩やのり面の植生が餌となる牧草類で、冬季の除雪等で早春にはいち早く芽吹くことから、餌に乏しい冬季から春季にかけては餌を求めるエゾシカが特に道路周辺に集まってきていた。さらに、海岸付近では積雪量が少なく草地もあることが、エゾシカの道路横断の原因と考えられる。

従って、エゾシカのロードキルを防止し、生息域の分断を緩和するためには、これらエゾシカの習性等をよく考慮し、道路への進入防止施設および動物用の道路横断施設を設置することが効果的と考えられた。

3.3 目標設定

- ・ミディケーションの対象種はロードキルが多発するエゾシカとする。
- ・道路両側に進入防止柵を設置し、エゾシカが道路に進入しないようにする。
- ・道路横断施設を設置することによって、道路によるエゾシカの生息域の分断を緩和する。

3.4 適用手法の選択

斜里エコロードでは、主にエゾシカのロードキル防止対策(図-2)について検討し、以下のミナイケーション手法を適用した。

3.4.1 防鹿柵および防鹿植栽による道路進入防止

(1) 防鹿柵

エゾシカの道路への進入防止対策として、防鹿柵が設置された。柵の高さは積雪量が真鯉地区より多いカナダの事例を参考に2.5mとした。柵の形状は金網型、格子型、ワイヤー型等が考えられたが、エゾシカの性質を考慮に入れ、金網・ワイヤー併用型とした。柵の支柱の材質は、鋼製・木製とも一長一短であり、野生動物にとってどちらが好ましいか十分な知見がなかったため、両方採用してそれぞれの効果をモニタリングすることとした。

表-1 エゾシカのロードキル状況
(件)

年	斜里町全体	真鯉地区
1988	9	3
1989	5	2
1990	12	7
1991	24	13
1992	16	6
1993	10	5
1994	13	2
計	89	38

注)1: 町に通報のあったもののみである。

2: 重傷であっても、走る能力のあるものは逃げるため、実数はつかめない。

(斜里町調べ)

事故の要因

- (1) 自然条件
 - A 国道線まで森林が分布している。
 - B 国道後背地がエゾシカの越冬地となっている。
 - C 国道の海岸側に草地等のエサ場が存在する。
- (2) エゾシカの習性
 - A 先頭の1頭が飛び出すと、後続のシカもやみくもに飛び出す。
 - B シカの蹄はアスファルト上では滑りやすく、道路上の動きは鈍い。
 - C 冬期積雪の少ない海岸線や路肩、道路法面等の道路周辺にエサを求めて出てくる。
 - D 路肩や法面の植生がシカのエサとして好む牧草類である。
 - E シカは明方と夕方活動が活発化する。
- (3) 道路利用者
 - A 道路線形が悪く見通しが悪いため、シカに対する視認が遅れる。
 - B 走行速度の出しすぎ。
 - C 夜間や夕方等は暗いために視認が遅れる。
 - D エゾシカの習性に關する知識の不足。

防止対策

- (1) 防鹿柵(フェンス)及び防鹿植栽による道路横断防止
 - 取り付け道路側の防鹿対策
- (2) アンダーパスによる横断道路の確保
 - 橋梁化
 - エゾシカに配慮した護岸工の整備
- (3) 脱出用施設の設置
 - 脱出用バンク
 - ワンウェイゲート
- (4) 路肩・法面植栽にエゾシカの好まない植生の導入
- (5) 注意看板
 - 飛び出し多発箇所への注意看板の設置
 - 警戒区域の明示
- (6) ドライバーや地域住民への啓発活動
 - パンフレットの製作と配布
 - PR啓発活動の推進
- (7) その他!
 - 反射板の設置
 - 道路線形の改良

図-2 ロードキル防止対策

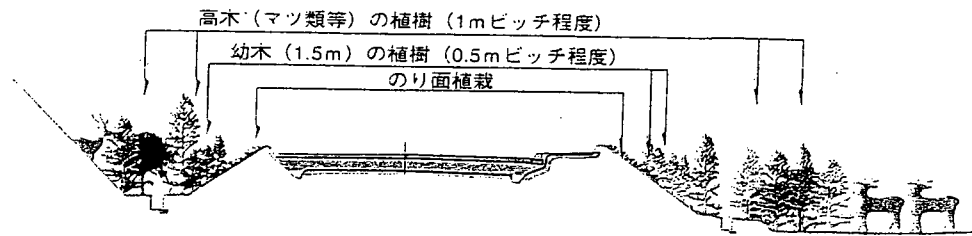


図-3 防鹿植栽イメージ図



写真-1 防鹿植栽

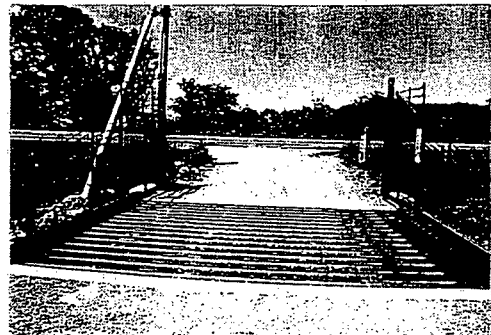


写真-2 ディアガード

(2)防鹿植栽

防鹿柵の他に防鹿植栽が試験的に採用された(図-3、写真-1)。これは、樹木を密植させることによって進入防止機能をもたせるだけでなく、道路内から外へ容易に脱出できるなどの効果が期待された。植栽樹木を選定するにあたっては、次の事項を考慮に入れた。「①エゾシカが食用として好まない。②知床地域に自生する。③海岸に面しているため、耐風性、耐潮性に優れている。④市場性がある。⑤冬季にも防鹿機能が確保できる常緑針葉樹である。」等の観点から、アカエゾマツとトドマツがあげられた。しかし、どちらが好ましいか十分な知見がなかったため、両方植栽した上でモニタリングを行うこととした。

(3)可動式ゲート・ディアガード

取付け道路部には防鹿柵や防鹿植栽などの進入防止柵は設置できない。そこで、利用頻度の少ない取付け道路部には利用者が開閉できる可動式ゲート、利用頻度の高い取付け道路部にはディアガードが設置された(写真-2)。ディアガードは路面が鋼管によるグレーチングで、偶蹄類はこの上を歩くことを嫌うと考えられているが、その効果はまだ明らかになっていない。今後モニタリングによりその効果を確認することとした。

3.4.2 アンダーパスによる道路横断経路の確保

道路による動物の生息域分断を緩和するため、橋梁の下空間を利用してエゾシカの道路横断用のアンダーパスを設置した。アンダーパスは、基本的に進入防止柵(誘導柵)と併用することが重要である。アンダーパスを設置することとした於将真舟橋、金山橋・鹿通橋の3カ所で、Openness effect を求めた。これは、アンダーパスのシカ類に与える影響を定量的に表す指標で、高さ×幅÷奥行で表される。その結果、鹿通橋はシカ類が利用するのに躊躇うと考えられたため、当初ボックスカルバートと計画されていたのを広い空間が確保できる橋梁形式に変更した。また、鹿通橋下を流れる真鯉沢川には、護岸用に大きな自然石を用いてその表面を覆土し、さらに牧草をのり面等に植栽してエゾシカの誘導を図った。これにより兩岸に十分な空間を確保できたことから広葉樹等を植樹して道路側から見えにくくした(図-4、写真-3)。

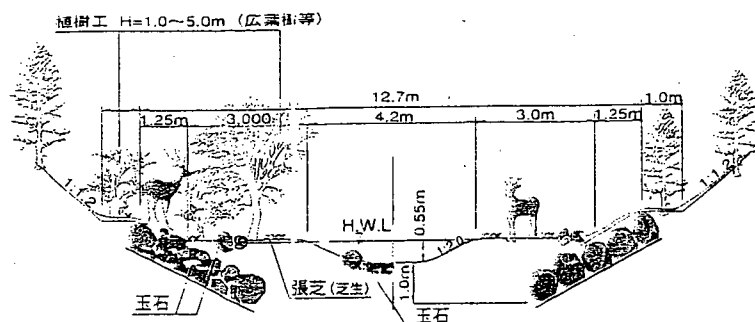


図-4 鹿通橋護岸工イメージ図

3.4.3 脱出用施設の設置

柵がない試験区間両端や取付け道路部からエゾシカが入ってきてしまった場合は、道路から脱出できなくなってしまう。そこで、脱出用施設としてアウトジャンプおよびワンウェイゲートが設置された。

(1) アウトジャンプ

アウトジャンプ(脱出用バンク)は道路に進入してしまったエゾシカがこの施設からジャンプして道路外へ出られるようにしたものである。その構造は図-5 および写真-4 のように立入防止柵と道路の間を盛土することによって道路から容易に脱出できるようにし、柵の先端が外側に張り出した形状としたことによって、道路外からは進入できないような構造とした。

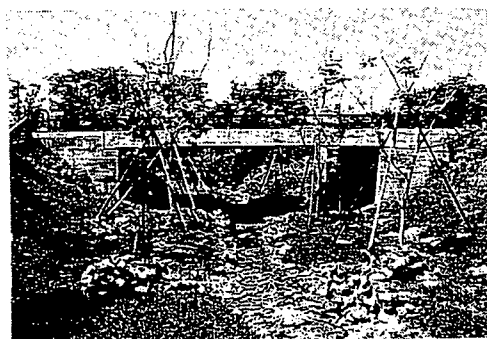


写真-3 鹿通橋

(2) ワンウェイゲート

ワンウェイゲートは道路の内側から外側へ方向にしか通行できない門である。このワンウェイゲートは、原ら(1997)が真鯉地区においていくつかの形状のものでエゾシカの脱出実験を行い、この中で利用頻度の高かったものを真鯉地区の気象条件、エゾシカの性質等を考慮して改良を加えたものを設置した(写真-5)。設置に際しては、エゾシカが壁にそって歩く性質を考慮し、現地において確認のうえ場所を選定した。

3.4.4 路肩・法面植栽にエゾシカの好まない植生を導入

エゾシカが道路周辺に集まる理由の一つとして、路肩や法面の植生が牧草類でそれを食べに来ることがあげられた。そこで、エゾシカが好まない植生を導入することとした。

植物種の選定にあたっては学識経験者等にヒアリングするとともに文献調査を行い、ヤマハハコ、キンミズヒキ、ウツボグサ、ハマナスの4種類とし、植栽した後もモニタリングを行うこととした。

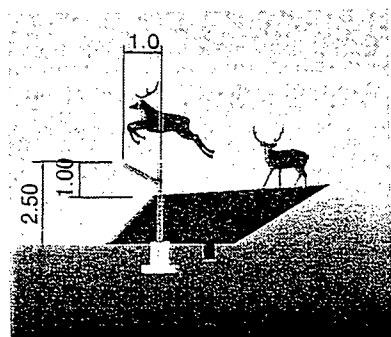


図-5 アウトジャンプイメージ図

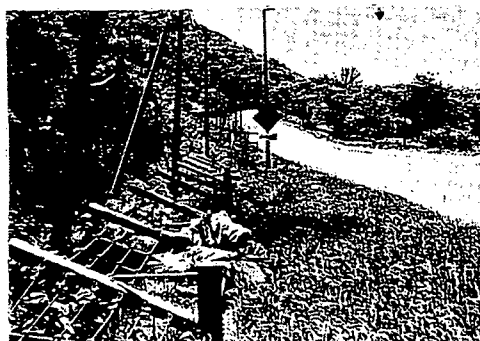


写真-4 アウトジャンプ



写真-5 ワンウェイゲート

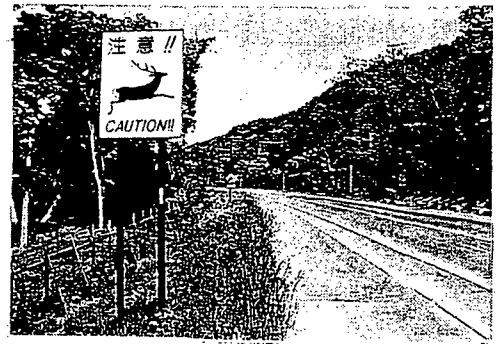


写真-6 注意看板

3.4.5 注意看板

エゾシカのロードキル対策は、エゾシカを道路に進入させない対策と、ドライバーへの注意を喚起する対策からなる。後者のために注意看板を設置することとした。このとき主に「①野生動物に配慮した道路整備区間であることの周知。②野生動物が増え、交通事故が多発している区間であることの周知。③エゾシカが野生動物であり、野生動物に対してペットのような感覚を抱かせないようなデザインとすること。」等を考慮した(写真-6)。

3.4.6 ドライバーや地域住民への啓発活動

エゾシカとの接触事故は、エゾシカは言うまでもなくドライバーにも大きな被害を与える。接触事故を避けるためにはエゾシカの習性を知ることが大切であり、そこでエゾシカについてのパンフレット等を作成し、道路利用者である運転者や地域住民に配布した。このパンフレットではエゾシカ交通事故防止4原則として次の4つの点について注意を呼びかけている。

—エゾシカ交通事故防止4原則—

- ・シカの後ろにシカあり!
エゾシカは集団で行動している場合が多く、1頭目が渡りきって安心していると、すぐ後ろから2頭、3頭と飛び出してくる。
- ・夜間に光を見たらブレーキを!
シカの目はヘッドライトが反射して光るので、夜間に光るものを見たら注意する。
- ・エゾシカは意外とニブイ!
アスファルト上ではエゾシカの蹄は滑りやすいので、減速せずに近づくと転倒したシカに衝突する。
- ・木と木の間はシカの通り道!
道路沿いの森林が迫っている箇所は、エゾシカの通り道になっている場合が多い。通過するときはエゾシカの飛び出しに注意する。

3.4.7 その他

その他のロードキル対策としては、反射板の設置と道路線形の改良があげられた。反射板の設置については釧路開発建設部等で調査中であり、整備効果が明らかになった段階で導入を検討することとしている。道路線形の改良においては、ロードキルが集中する原因の一つとして見通しが悪い箇所が多いことが考えられることから、貴重な海岸草原をなるべく傷つけないようにしつつ、道路の見通しを良くするよう考慮した。

3.5 計画・設計の特徴

大型動物を対象としたロードキル対策はわが国ではまだ事例が少なく、その効果も明確になっていないのが現状である。そこで、斜里正コロードでは特にエゾシカのロードキルが多い区間2.4kmを試験区間とし、積極的に種々のミディケーション手法を用いて試験施工を行

い、今後その効果を検討していくこととしているのが特徴である。

3.6 試験施工

エゾシカのロードキル対策として、進入防止柵、ディアガード、アンダーパス、アウトジャンプ、ワンウェイゲート、路肩・法面植栽にエゾシカの好まない植生の導入等が試験的に実施された。その整備状況を以下に示す。

平成6年度立入防止柵:400m(山側)、アンダーパス:鹿通橋、アウトジャンプ:1カ所(山側)
平成7年度立入防止柵:800m(山側)、アンダーパス:於将真舟橋・金山橋
平成8年度立入防止柵:1,200m(山側)・2,400m(海側)、ワンウェイゲート:7カ所(山側5カ所、海側2カ所)、アウトジャンプ:3カ所(山側1カ所、海側2カ所)
平成9年度可動式ゲート:6カ所(山側3カ所、海側3カ所)、ディアガード:1カ所(山側)

3.7 工事中の配慮

工事は主にエゾシカが道路周辺に現れる頻度が年間をとおして少ない6月頃より行われた。また、防鹿植栽は施工直後には十分成長しておらず、鹿がその間を通り抜けてしまう。そのため、植栽が成育し密植状態になるまで植栽の間に竹の柵を設置した。

3.8 モニタリング

試験区間におけるエゾシカのロードキルの発生件数を調査したところ、昭和63年度から平成8年度までは27件(斜里町全体の19.8%)だったが、進入防止柵および脱出用施設が全試験区間設置されている平成9年度では1件(同3.9%)、平成10年度は2件(同6.5%)であった。また、エゾシカがワンウェイゲート等を利用しているのも確認されている。

一方、鹿通橋の動物の利用状況については、エゾシカの通過をビデオ等で確認した。また、斜里町真鯉地区において道路周辺へのエゾシカの出現状況を把握するため足跡調査およびスポットライトセンサスを行った。その結果、進入防止柵がエゾシカの道路横断を防止し、アンダーパスが山側と海側への移動路として有効に機能していることが確認された。

3.9 評価

モニタリングの結果、試験区間は平成9年度に1件、10年度では2件のエゾシカのロードキルが発生しているが、ロードキルの防止という目標に対しては効果があったと思われる。しかし、北海道東部でエゾシカの生息数が年々増えていることもあって、斜里町全体および試験区間外ではロードキルが増えている。今後もロードキル防止対策施設のエゾシカによる利用状況等について継続的なモニタリング調査が必要だと考えられる。

3.10 地元住民、NGO、学識経験者などの関与

国道334号真鯉地区でのエゾシカのロードキルを防止することを目的とし、平成5年から網走開発建設部次長を会長として、網走開発建設部、斜里町、知床博物館、知床自然センター等のメンバーから構成される斜里エコロード検討協議会が5回開催された。協議会ではロードキルが起こる原因について調査を行うとともに、エコロードとしての整備の考え方、ミティゲーションの実施内容、モニタリング方法が検討された。実施した対策手法には本協議会での検討内容が反映された。今後も本協議会を開催し、モニタリングで得られたデータをもとに、対策効果の確認や改善すべき点、留意すべき点などについて検討する予定である。

4. まとめ

国道334号の斜里エコロード試験区間(2.4km)では、進入防止柵、ディアガード、アンダー

パス、アウトジャンプ、ワンウェイゲート、路肩・法面植栽にエゾシカの好まない植生等の導入が試験的に施工された。その後のモニタリングの結果、進入防止柵および脱出用施設の設置を終えた平成9年度以降はエゾシカのロードキルが減少しており、対策の効果があったと思われる。今後も継続的なモニタリングを行い、種々の対策手法の効果についてデータを蓄積することにより、斜里エコロードにおけるミティゲーション手法について協議会で検討していく予定である。

本事業のように、いくつかのミティゲーション手法を緊急的な対策が必要と考えられる区間で試験的に施工を行った後、モニタリングを行うことにより対策の効果を見極めながら今後のエコロード事業計画に反映させていくことは、エゾシカのような保全目標とする種の対策手法について十分な知見がない場合、有効であると思われる。

なお、本稿を作成するにあたり、北海道開発局網走開発建設部道路第一課ならびに斜里道路総合事務所の方々に多大なご協力を頂いた。ここに記して深謝する次第である。

参考・引用文献

- 渡辺勲、三条光司、伊藤憲章(1996):斜里エコロード整備計画についてーエゾシカとの交通事故対策ー、第40回北海道開発局技術研究発表会発表概要集(2)、pp.33-38
- 佐藤定正、菊池康、伊藤憲章(1997):斜里エコロードの整備状況と効果について、第41回北海道開発局技術研究発表会発表概要集
- シレットコ・ワイルドライフシリーズ No.2 エゾシカ(1989)、(財)自然トピアしれとこ管理財団
- 大森司紀之、井部真理子、増田泰編著(1998):野生動物の交通事故対策、北海道大学図書刊行会
- 斜里エコロード(パンフレット、1998)、北海道開発局網走開発建設部
- 原文宏、伊藤信之、阿部正明、新森紀子、山本千雅子(1997):エゾシカのロードキル対策に関する研究(1)ーワンウェイゲートに関する野外実験ー、土木学会北海道支部論文報告集第50号(B)、pp.464-469
- 原文宏、田辺慎太郎、紺野裕乃、吉田康文、須貝一仁(1998):エゾシカのロードキル対策に関する研究(2)ーディアガードに関する野外実験ー、土木学会北海道支部論文報告集第54号(B)、pp.558-561

Ⅱ-3 山岳道路における動物の生息域の分断化防止

—国道108号鬼首道路（エコロード）—

1. ミティゲーションの背景と必要性

国道108号は、宮城県石巻市を起点として、途中、宮城、秋田の県境を通過し、秋田県の本庄市に至る道路である。この宮城、秋田県境に位置する鬼首峠は、栗駒国立公園にも指定されている山岳地帯である。峠を走る旧道は急峻で道路幅も狭く、冬期は積雪により通行止になるなど、交通の難所となっていた。鬼首道路は、このような交通の難所を解決し、特に冬期交通の確保を主目的として、発展基盤整備事業として新設された13.7kmの道路である。概略の位置を図1に示す。

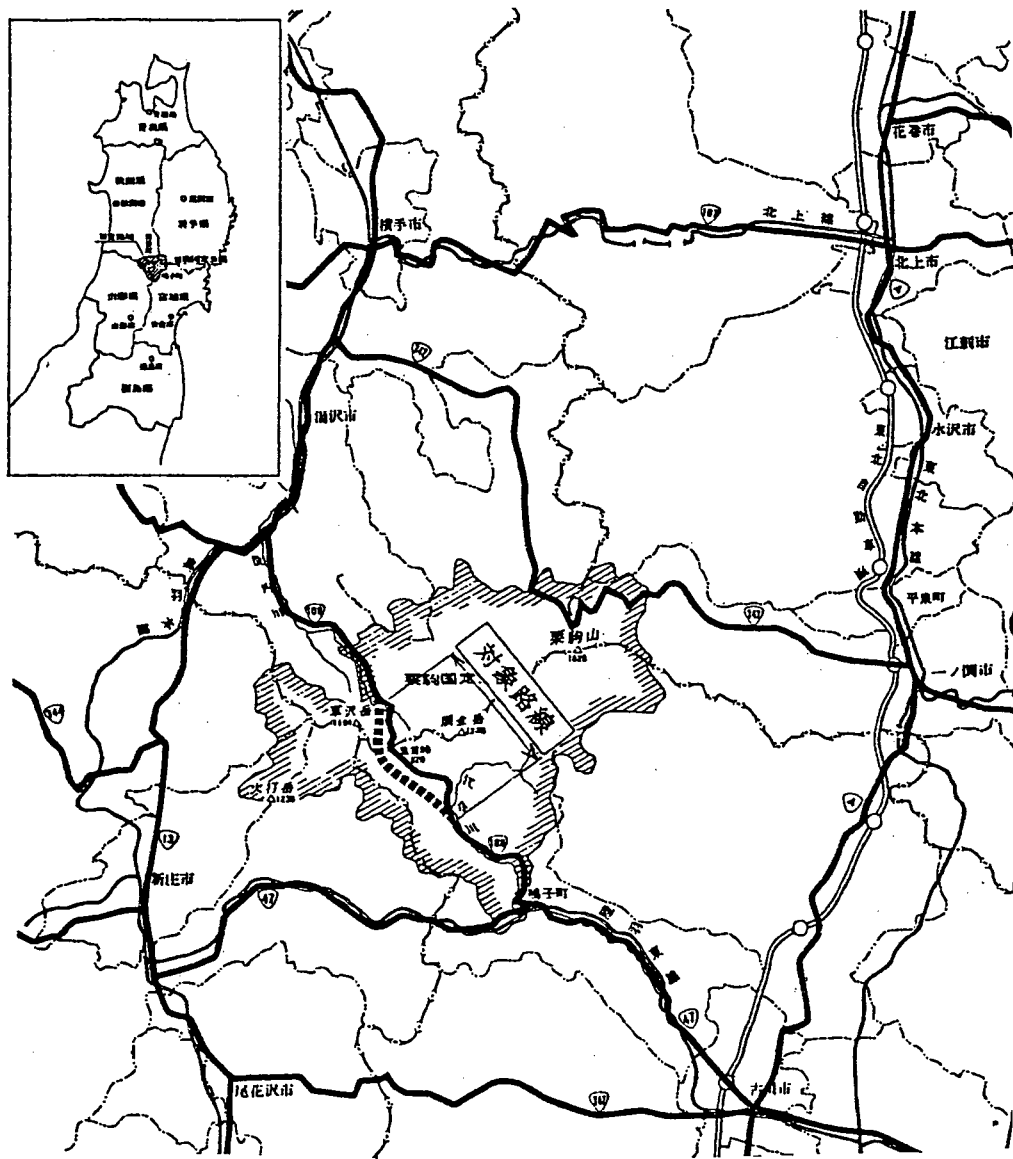


図1 鬼首道路の位置¹⁾

昭和49年から環境調査、路線計画、設計などが実施され、昭和54年には環境影響評価の手続きを経て、建設省東北地方建設局の湯沢工事事務所により国の直轄事業として事業に着手した。昭和57年より用地買収、工事に着手し、平成8年に完成、供用に至っている。

周辺一帯は、栗駒国定公園に指定され、栗駒山をはじめとする豊かな自然環境に恵まれている。この地域は有数のブナの自然林が広がっているところであり、周囲には国の特別天然記念物のニホンカモシカや国の天然記念物のヤマネ、種の保存法の指定種である猛禽類のクマタカ、オオタカなど、多くの貴重な動物が生息している。このような地域に道路を整備することから、ニホンカモシカなどの動物の生息域の分断や、ブナ林の消失など、大小様々な影響が生じることが想定され、これらの影響を回避・軽減し、自然環境と調和した道路整備を図っていくことが大きな課題となっていた。

本稿では、道路整備による影響として特に顕著である動物の生息域の分断に的を絞って、その影響を回避・軽減するために実施したミティゲーションについて述べる。

なお、第11次道路整備五箇年計画（平成5年～平成9年）において、自然と共生する道路（エコロード）の実施が施策として位置付けられることとなった。この鬼首道路は先導的にエコロードのモデル事業として選定され、平成4年度からエコロード事業として整備が行われたものである。

2. ミティゲーションの目的

先に述べたとおり、鬼首道路は栗駒国定公園内の豊かな自然環境を通過するため、当該地域に生息するニホンカモシカなどの動物の生息域を分断することが想定される。本ミティゲーションでは、これらの生息域の分断による影響を軽減することを目的とする。すなわち、道路へのニホンカモシカなどの侵入による交通事故を防止するとともに、動物による道路の横断路を確保することが目的となる。

3. ミティゲーション実施のスケジュール

ミティゲーション実施のスケジュールを表1に示す。なお、詳細な現地調査に基づく様々なミティゲーションが実施されたのは平成4年度にエコロード事業として整備が行われるようになってからである。この段階では、既に工事がかなり進捗しており、事業費ベースで

表1 ミティゲーション実施のスケジュール

項目		スケジュール								
		S49～H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11～
道路の計画・設計・施工							8月8日供用開始			
道路の維持管理										
ミ テ ィ ゲ ー シ ョ ン	事前調査									
	対策の立案									
	エコボックス			カルバートの設置			内壁の処理			
	動物誘導柵								モニタリング結果に応じて実施	
	モニタリング				継続調査		対策効果のモニタリング			(H28まで予定)
委 員 会	鬼首道路エコロード検討委員会									
	鬼首道路追跡調査委員会									

57%、トンネルは全7トンネルのうち5本、橋梁は全17橋のうち10橋が完成していた。本稿では、このような段階から始まったミティゲーションの取り組みを取り上げていく。

4. 路線の計画・設計段階における生息域分断の回避・軽減

本題に入る前に、ここで路線の計画・設計段階の経緯について簡単に触れておきたい。鬼首道路は、路線の計画・設計段階から自然環境に調和したトンネル、橋梁を基本とするルートが採用されている。トンネルは7箇所（総延長6.4km）、橋梁は17箇所（1.9km）であり、鬼首道路総延長13.7kmのうち約61%を占めている。但し、当時から自然環境の保全という観点が前面に出ていたわけではない。特に冬期の交通確保という観点が重要であり、標高を下げて気温低下を防ぐこと、雪崩が起きやすいところを避けることなどを目的として計画された。このような厳しい自然環境に対応させるためのルート選定が行われたことが、結果として自然環境の改変が縮小され、生息域の分断が極力抑えられた道路構造の採用につながったのである。このことが次章以降で述べるエコボックスの設置や動物誘導柵などのミティゲーション手法が有効に機能するための素地となっている。

しかし、路線計画段階では現地調査に基づく十分な自然環境の把握が行われていなかったことなどから、特に重要な対象（貴重種など）が十分に回避されていたか、適切な動物の移動経路を確保できたかなど、自然環境への配慮という面では自ずと限界があった。例えば、後に述べる動物専用のボックスカルバートなどについても、路線計画・設計段階において検討しておけばより適切な箇所に効率的に設置できたものと考えられる。

5. ミティゲーションの実際

5.1 事前調査

事前調査として、平成4年度、5年度に、自然環境の状況を把握するための現地調査が行われた。調査項目は表2に示すとおりである。ほ乳類については、橋梁部や土工部など10地点について調査を行った。これらは橋梁下などのほ乳類の移動の状況を把握することと、土工部における移動阻害や供用後のロードキルの発生等の影響を把握するための基礎資料となった。

なお、これらの調査は平成6年度以降も追跡調査として継続して実施されている。事業の実施による自然環境の変化や、対策効果を把握していくための基礎資料となるものである。

表2 事前調査項目（継続調査も同じ）

項目	調査内容	調査時期	調査地点
既存植物群落	コドラートによる 組成調査	夏～秋1回	10箇所
ほ乳類	フィールドサイン調査	春夏秋冬	10地点
	トラップ調査	春夏秋	
鳥類	定点調査	春夏秋冬	7地点
昆虫類	トラップ法(ライト・ナイト) 任意採集法	春夏秋	6地点
魚類	採捕調査	秋	6地点
底生動物	種類、数	春秋	4地点
水質	BOD、PH、SS、DO、 大腸菌、色度、濁度、 Na ⁺ 、Cl ⁻	春夏秋冬	4地点
大気騒音	CO、Nox、騒音レベル	年1回(秋)	大気1箇所 騒音3箇所

5. 2 分析と影響予測

事前調査により、橋梁下やトンネル部分などにおいてニホンカモシカ、ホンドタヌキ、ホンドキツネなどのフィールドサインが確認され、これらの空間を移動路として利用していることが確認された。これらより、橋梁、トンネルなどを多用した本道路の構造形式が生息域の分断の回避・低減という観点では有効に機能していることがわかった。

しかし、盛土、切土などの土工部分では、動物の移動阻害による影響が懸念された。特に、盛土、切土が連続しており近くに横断路がない場所では、施工途中の盛土のり面上をニホンカモシカが通過しているのが確認されており、移動分断や道路上を通行することによる動物の交通事故（ロードキル）等が懸念された。

5. 3 目標の設定

本事例では、ニホンカモシカ等の動物が道路に侵入することによるロードキルを回避するとともに、安全に道路を横断できるような経路を確保し、動物の生息域の分断による影響を軽減することが目標とされた。

5. 4 計画・設計の特徴

盛土、切土部で事前の現地調査結果により動物の侵入が懸念されるところには動物誘導柵を設置した。さらに、盛土、切土が連続している箇所では、動物の移動を確保するため、動物専用の横断路の設置などを行った。

以下、それぞれの計画・設計の特徴について説明する。

(1) 動物専用の横断路の設置

鬼首道路では、トンネル区間、橋梁、高架下が動物横断路として機能している。しかし、カモシカ橋～役内大橋間は1 km以上に渡って土工部が連続し、大・中型のほ乳類が横断できないため、ボックスカルバートによる横断路（エコボックス）を設置することとした。

設置された場所は、元々谷筋に小さな沢が流れていたところで、カモシカ等の動物の移動経路になっていたと考えられる場所であるが、この部分は既に盛土工が完成していた。本来であれば元々存在した谷筋のところに設置するのが好ましい。しかし、基礎工の問題から元々の谷筋よりも上方に位置する地山とのすりつけ部分に設置することとなった。なお、このように長い区間にわたって移動経路が分断されていた箇所はここだけであった。

エコボックスの断面はニホンカモシカが横断することを考慮して3 m×3 m程度とした。エコボックスの長さは14.1 mである。エコボックス内は、動物が移動する部分については土を敷き、内壁には木材により被覆し、コンクリート面がむき出しにならないようにした（写真1）。また、横断路周辺には動物が身を隠すことができるよう、植栽を施した。なお、道路に沿って動物誘導柵を設置し、横断路へ動物が誘導されるように配慮した。

(2) 動物誘導柵の設置

トンネル、橋梁下、エコボックスなどの動物の移動経路にカモシカ等を誘導すること、道路への侵入を防止することを目的として、動物誘導柵の設置が検討された。

動物が侵入してくる恐れのある盛土部、切土部（設置可能延長：約10km程度）のうち、調査結果から動物の横断が多く特に必要と考えられる区間

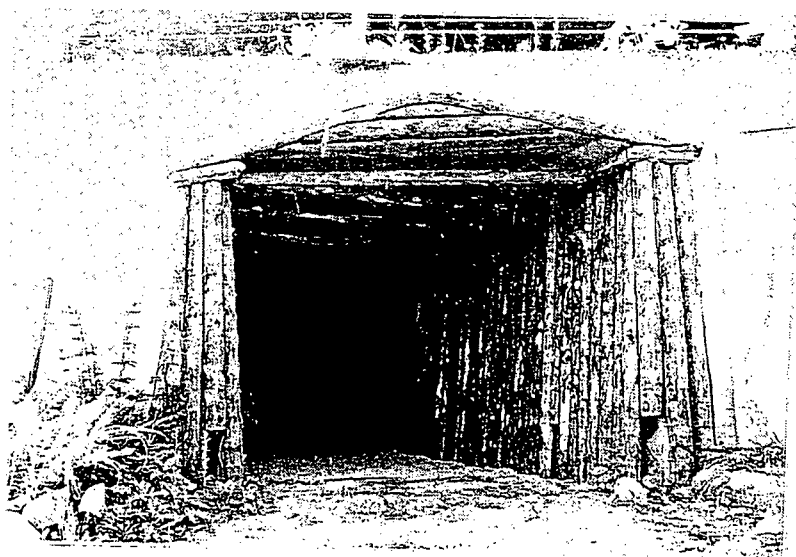


写真1 エコボックス

に設置することとした。また、その他の区間については、モニタリングの結果を踏まえて設置の必要があれば検討していくこととした。

動物誘導柵の高さは、カモシカの飛越による道路への侵入を防止するため、過去の他の道路における設置事例等を考慮し、2.5mで設計された。また、小動物が穴を掘ってくる可能性があるため、柵の下にネットを垂らし埋め込むこととした。また、雪が多いことからその重みに耐えられるよう基本的には杭基礎を用いることとし、杭打ちの機械が入れない場所では直接基礎によることとした(図2)。設置位置は、通行車両等からの景観、動物の行動圏及び積雪への対応を考慮して決定した。盛土では上から2段目に設置し、のり面と周辺環境との空間の連続性を保つことでのり面がほ乳類の生息空間として利用できるように配慮した(写真2)。また、切土ではのり面の傾斜はきつく交通安全上の問題もあるため、のり面の最上部の敷地境界に設置した。

(3) その他

小規模な付け替え道路においては、パイプカルバートを設置し、降雨時の沢の排水と併せてタヌキなど小動物の横断にも配慮した。

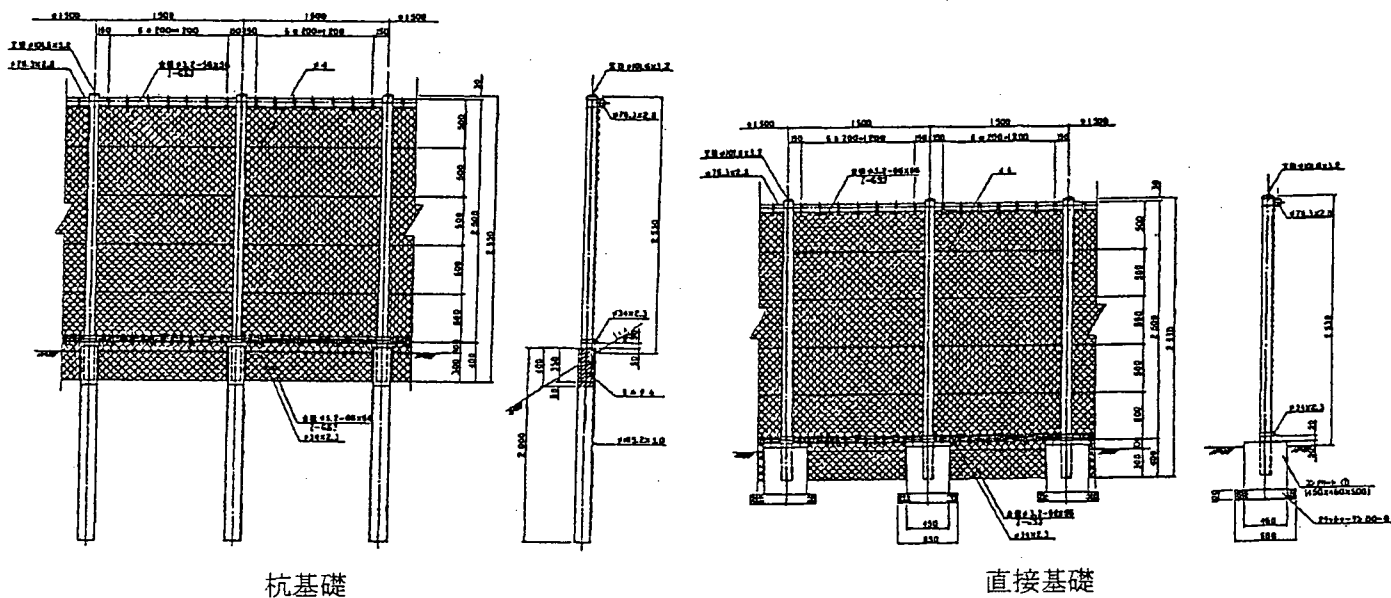
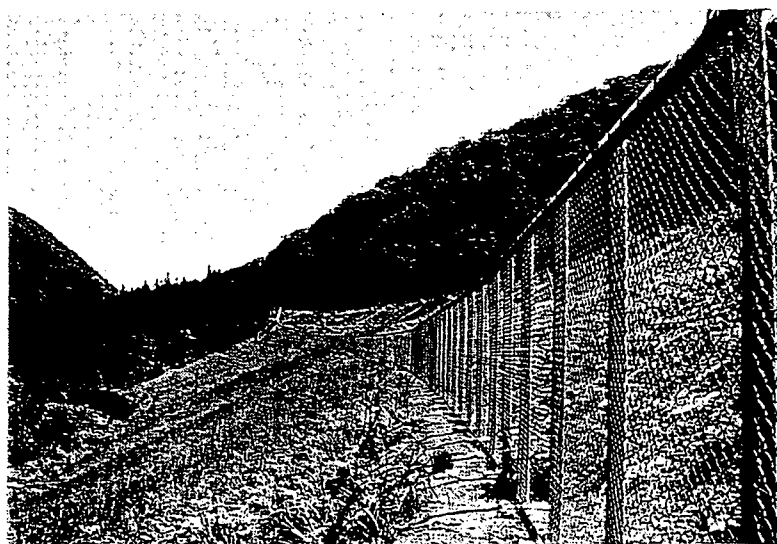


図2 動物誘導柵構造図²⁾

写真2

盛土部分に設置された
動物誘導柵



5. 5 施工段階

動物誘導柵の設置は道路供用前に完了していることが望ましいが、費用及び工期の関係から一部については供用後に設置することとなった。そのため、より大きな影響が想定されることから、順次施工を実施していくこととした。設置延長は平成8年の供用開始段階では約1km（設置可能延長の9.5%）であったが、平成10年度段階では約6km（58%）まで進捗した。

エコボックスは、平成6年度に施工を行い、ボックスカルバートを設置した。内壁部の木材による被覆等の処理は平成8年度に行った。

5. 6 モニタリング

鬼首道路ではブナ林ののり面植栽など対策の評価に長期間要するものも含まれているため、平成28年までの長期間について既にモニタリング計画が策定されている。これには、事前調査で実施した内容を継続してモニタリングしている継続調査と、実施したミティゲーションに関する効果を確認するための追跡調査がある。

なお、鬼首道路は供用後、宮城、秋田両県に移管され管理されているが、エコロードのモデル事業として着実な実施を図るため、建設省も含めた三者で分担して追跡調査を実施することとなっている。また、移管後も担当者がエコロードの意義を理解しつつ維持管理、モニタリングを適切に実施できるよう、「鬼首エコロード管理マニュアル」²⁾を作成している。

以下、本稿で紹介している対策についてのモニタリング内容と結果を示す。

(1) 動物誘導柵の設置

動物の交通事故（ロードキル）の件数は平成8年度（供用開始年）は6件、平成9年度は6件、平成10年度は2件（内1件は橋梁上におけるドバト）であった。供用開始時には誘導柵の設置が進んでいなかったためロードキルの発生が見られていたが、その後、誘導柵の設置が進むにつれてロードキルの発生は減少していることがわかる。

(2) 動物専用の横断路（エコボックス）

エコボックスの動物の移動を確認するため、赤外線センサーを用いた写真撮影と撒き砂による足跡の確認を行っている。赤外線センサーは、エコボックス出口の高さ15cm程度のところに設置されている。これを動物が通過すると、連動してカメラのシャッターを押すような仕組みになっている。

供用後の年度別種類別の利用回数を表3に示す。カモシカ、タヌキ、ノウサギなどに多く利用されていることがわかる。利用回数についてみると、平成8年度、9年度はほぼ同数であったが、10年度には急激に増加している。これは動物が時間の経過に従ってエコボックスの存在を認識して利用するようになったものと考えられる。あるいは、9年度にエコボックスの周辺に設置した動物誘導柵の効果によるとも考えられるが、今回の調査からは明らかではない。

また、月別利用回数（図3）を見ると、6～8月に利用が多い傾向が見られるが、10年度は冬期にも比較的利用回数が多い。なお、平成9年の8～9月に減少しているのはエコボックスの近くで柵の設置工事を行っていた影響であり、設置工事完了後はまた増加している。

5. 7 ミティゲーションの評価

鬼首エコロード事業全体に対する外部の評価は概ね好評に受けとめられている。湯沢工事事務所が沿道住民と沿道の企業に行ったアンケート調査では、沿道住民の約6割、企業の8割が鬼首道路をエコロードとし

表3 エコボックスの年度別、種類別の利用回数

動物名	利用回数			計
	H8	H9	H10	
ノウサギ	0	7	52	59
ネズミ類	1	1	3	5
タヌキ	10	14	28	52
キツネ	7	1	9	17
テン	0	1	3	4
イタチ	0	1	13	14
カモシカ	13	13	43	69
その他	12	3	4	19
計	43	41	155	239

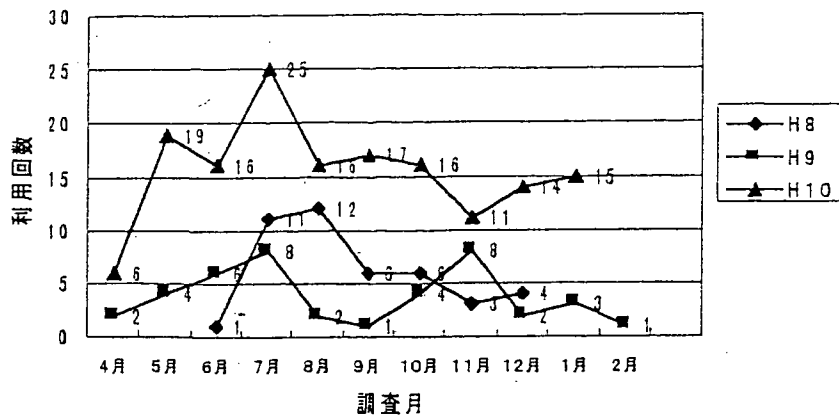


図3 エコボックスの月別利用回数

で整備していることを知っており、約9割が今後のエコロード整備を歓迎しているとの結果が得られている。

個々のミティゲーション技術の効果についてみると、エコボックス、動物誘導柵などについてはモニタリングの結果からも効果をあげていることがわかり、目標はかなり達成されているものと考えられる。

動物誘導柵については、積雪により柵の高さが相対的に低くなることが問題点として認識されている。これらに対しては、今後のモニタリングの結果を踏まえて必要に応じて検討していくことが必要である。柵内に侵入してしまった動物が柵の外に出ることはできない。今後のモニタリングの結果によっては、柵内に侵入してしまった動物が脱出できるような施設を設置する必要があるかもしれない。

エコボックスについては、煩雑な利用が見られることから一定の効果はあったものと考えられる。しかし、必ずしも生息域分断による影響が十分に軽減されているのかは利用数のみで評価できるものではなく、今後研究の必要がある部分であろう。

5. 8 学識経験者等の関与

本事例は、エコロードのモデル事業として実施することとなった平成4年度に、道路管理者、学識経験者などから構成される「鬼頭道路エコロード検討委員会（委員長：秋田大学鉱山学部 清水浩四郎教授）」が組織され、委員会の指導のもと目標設定、対策の立案などを行ってきた。また、工事やそれに伴う対策が進捗し、維持管理や追跡調査が重要になってきた。そのため、「鬼頭エコロード検討委員会」は平成6年度から「鬼頭道路追跡調査委員会」に改編され、追跡調査の指導、結果の評価、新たな対策立案などの検討を行っている。

6. まとめ

本事例は、国道108号鬼首道路において行われたミティゲーションを、特にほ乳類等の動物の生息域分断の防止という観点から紹介したものである。本路線は栗駒国定公園内の豊かな自然環境を通過する。そのため、ニホンカモシカ等の動物の生息域を分断するおそれがあり、これらの影響を軽減することが求められた。

もとより本路線は、計画・設計段階から自然環境と調和したルート、構造が採用されており、これにより分断の影響がかなり軽減されている。事前の現地調査によると、本路線では橋梁下やトンネル部分を移動路として利用していることがわかった。

しかし、土工部が連続している箇所では分断による影響が大きいことが想定された。そこで、土工部が連続している区間1箇所に動物専用の横断路（エコボックス）を設置した。また、橋梁下、トンネルやエコボックスに動物を誘導し、動物の道路への侵入を防ぐため、動物誘導柵を設置した。モニタリングによるとロードキルの減少やエコボックスのカモシカ等

による利用が確認されており、本ミティゲーションの目標はある程度達成されたものと思われる。

今後、予定されているモニタリングを引き続き行い、対策効果の確認を行っていくとともに、それらの結果に基づき必要に応じて追加の対策等を行っていく必要がある。いずれにしても、この事例は今後整備が行われる山岳道路における生息域分断の防止に対して大きな参考となろう。

※なお、本稿で紹介した事例を含む、鬼首エコロードにおける様々なミティゲーションの事例や、モニタリングのデータなどは、事業を担当した湯沢工事事務所より「鬼首エコロードガイドブック¹⁾」として紹介されているのでそちらを参照されたい。なお、本稿においても引用を記している部分の他にも、多くの部分で参考とさせていただいていることを付記しておく。

参考・引用文献

- 1) 建設省東北地方建設局湯沢工事事務所：「鬼首エコロードガイドブック」、1999
 - 2) 鬼首道路追跡調査委員会：「鬼首エコロード管理マニュアル」、1997
- ◎建設省東北地方建設局道路部道路計画課：「一般道路108号鬼首道路エコロードについて」、月刊道路行政セミナーNo. 63、pp. 42-48、1995
- ◎藤木修、小野寺正明：「鬼首道路でのエコロードの取り組み」、道路と自然 94、pp. 19-21、1997
- ◎東北地方建設局湯沢工事事務所座談会：「自然に配慮した”エコロード”をめざす 鬼首道路」、開発往来 No. 451、pp. 114-125、1995
- ◎石塚昌志、秋山喜久男、佐々木稔：「ブナ自然林を通るエコロードの施工」、土木施工 Vol. 36 No. 8、pp. 23-27、1995
- ◎石塚昌志：「鬼首道路におけるエコロードについて」、月刊建設 94-12、pp. 32-35、1994
- ◎石塚昌志、佐藤忠：「一般国道 108 号鬼首道路の設計と施工 -自然景観に配慮したエコロードをめざして-」、土木技術 Vol. 49 No. 3、pp. 25-31、1994
- ◎藤木修、小野寺正明、藤田公典：「鬼首道路でのエコロードの取り組み」、交通工学 Vol. 32 No. 2、pp. 47-53、1997
- ◎建設省東北地方建設局湯沢工事事務所：「自然回廊 一般国道108号鬼首エコロード」、1999

Ⅱ-4 絶滅危惧植物トダスゲの緊急避難

荒川総合治水対策 新河岸川朝霞水門設置に伴うトダスゲの移植

1 ミティゲーションの背景

新河岸川は埼玉県南西部、東京都北多摩地区及び北西部の一部を流域にもつ。都心に近い新河岸川流域は近年の急激な都市化から流域の雨水保水機能が低下し、治水安全度が著しく低下している。このような現状を受け、建設省では荒川総合治水対策の一環として、新河岸川の洪水の一部を荒川に放流するための朝霞水門設置事業をおこなっている。朝霞水門設置予定区域は、新河岸川と荒川が接近した湿地で、その一部約0.3haについては水門の築堤工事のため平成5年度より盛土工事を行う予定になっていた。

一方この盛土予定地は様々な湿性植物が生育する良好な湿地環境であり、平成4年2月頃、一般の自然愛好家から水門設置予定区域内での自然環境調査の依頼が出された。これを受けた建設省関東地方建設局荒川上流工事事務所は、平成4年3月より朝霞水門設置予定区域の植生調査を行った。その結果、平成4年5月に絶滅危惧種であるトダスゲが確認された。

トダスゲはカヤツリグサ科の多年生草木で、日本では関東、濃尾、筑後等諸平野の氾濫した草原、疎林下に生育する。しかし、近年河川敷の公園化、ゴルフ場の造成などにより生育地が失われ、レッドデータブック((財)日本自然保護協会、(財)世界自然保護基金日本委員会、1989)では絶滅危惧種(絶滅寸前)として扱われている。このような背景のもと、トダスゲを朝霞水門設置予定区から避難させ、保護するミティゲーションが検討実施された。



図-1 新河岸川の位置

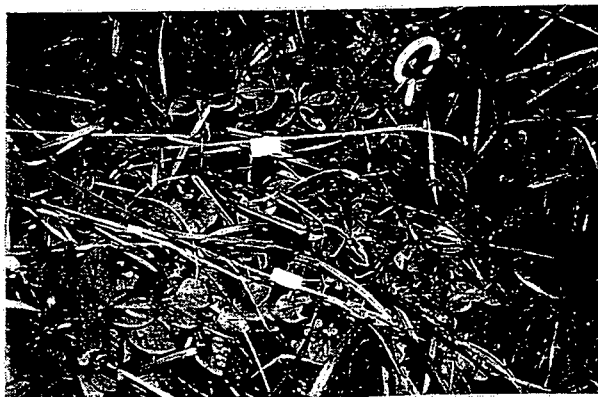


図-2 移植されたトダスゲ

2. ミティゲーションの目的

本ミティゲーションにおいては、現存するトダスゲを事業予定地から緊急避難し、自生地に近い環境で保全をはかり、事業実施によるトダスゲの個体群の消失を回避することを目的とした。

3. ミティゲーションのスケジュール

朝霞水門設置事業でのミティゲーションは荒川総合治水事業の全体実施計画への影響に配慮して迅速に行われた。平成4年度末の事前調査から有識者、関係行政機関(朝霞市、戸田市、埼玉県植物保護課、同公園緑地課、同新河岸川総合治水事務所、同農林部花植木センター、建設省荒川上流工事事務所)等による調整会議の設置、ミティゲーションの方針の決定、平成5年度末のトダスゲの移植までを、約1年の短期間で実施している。

トダスゲの移植時期の設定は、植物の活性があがる春前に移植が必要という理由から平成5年の3月におこなっている。

モニタリングについては、平成5年度より現在まで継続して行われていて、トダスゲ移植

	平成3年度	平成4年度												平成5年度
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
荒川総合治水事業														平成10年まで継続
事前調査														
調整会議														
移植工事														
モニタリング														平成10年まで継続

図-2 ミティゲーションのタイムスケジュール

後の経過、トダスゲ移植地の植生変化をモニタリング中である。

4. ミティゲーションの実際

4.1 事前調査

1992年(平成4年)の4月から1993年(平成5年)2月までに朝霞水門設置事業予定地の自然環境の把握、貴重種の存在を把握するための事前調査を行った。実際に実施した調査項目について表-2に示す。

表-2 自然環境調査の概要

項目内容		年月												H 5		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
植物	植物相	● 16	● 6-26	● 1019	● 9	● 1318	● 10	● 15	● 16							
	水生植物・藻類					● 13	● 10	● 15								
	貴重種 (踏査)	● 16	● 6-26	● 1019	● 9	● 13	● 10	● 15	● 16							
	(記録)									● 21		● 16				
	土壌										● 21					
	植生										● 21					
	記録 (踏査)					● 18	● 12, 14	● 22								
哺乳類	生息種	● 28-10								● 10-12						
	鳥類	● 28			● 3		● 27			● 10						
	両生類・爬虫類	● 28			● 11-20											
	魚類	● 20-10		● 2-4	● 18-20		● 27-29									
	魚介類		● 21-22													
	昆虫類		● 21									● 8				
	植物類		● 21									● 8				
	水生植物															
	土壌															
	植生															

4.2 分析と影響予測

調査の結果、建設予定地の大部分は人為の影響を強く受けた2次草地であったが、人為の影響を比較的受けていない良好な湿性草地が朝霞水門設置事業予定地内に確認された。湿地内にはトダスゲをはじめ、危急種であるタコノアシ、ハナムグラ、チョウジソウなどが発見され事業実施によりこのような貴重な植物の存続を不可能にする事が明らかになった。

4.3 目標設定

当初、トダスゲの自生地そのものの保全が検討されたが、朝霞水門設置事業等の人為的改変により周辺地下水位の低下が考えられたため、湿地の保全は不可能と判断し、以下のようにミティゲーションの目標を設定した。

- ①トダスゲの種としての保存を図るため生育に適した環境へ移植を行う。
- ②トダスゲ移植とともにトダスゲの生息していた土壌そのものの移植を行い極力トダスゲが自生していた環境自体の移植も試みる。

4.4 計画・設計の経緯

トダスゲの現地保存という意見も当初は出されたが、朝霞水門の治水上の重要性、緊急性を考慮して断念、トダスゲを移植することとした。トダスゲの移植地の選定については、トダスゲ自生地の調査結果から、以下の条件を持つ場所を選定した。

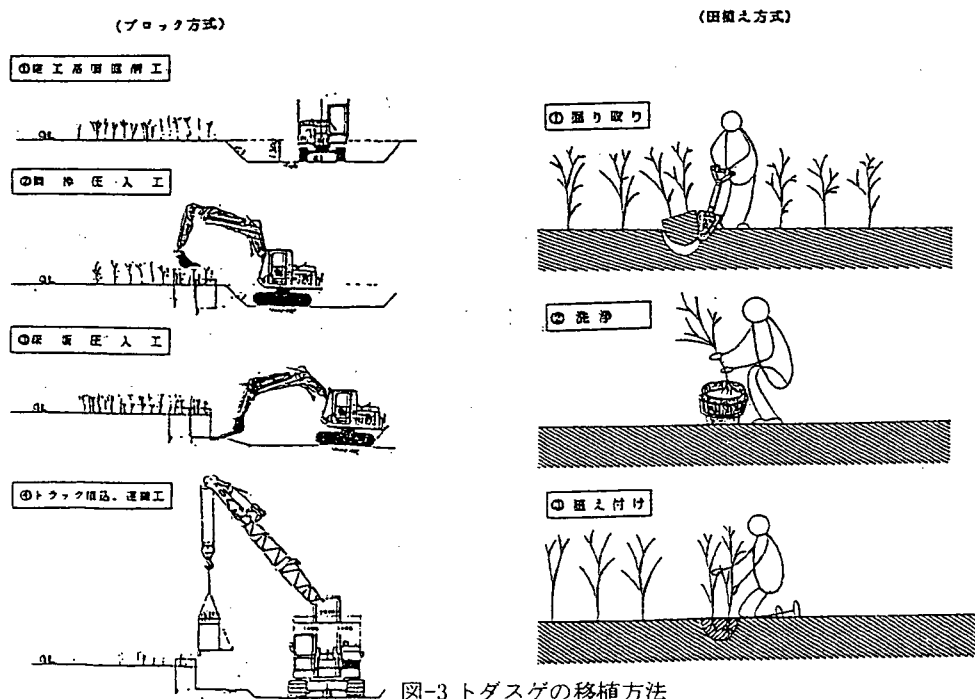
- (1) 上部が開けた湿性草地(河川特有の氾濫原)
- (2) 周囲と比べ比高が低く比較的湿潤な場所。

当初、候補地とした新河岸川旧河川沿いの第1候補地は地権者との調整がつかず、最終的に現在の移植地に決定した。移植地は、トダスゲ移植の際の危険分散を考慮してトダスゲ自生地の環境に近いながらも、若干異なる2つの環境を選定した。

また、トダスゲの生態については既往知見が少ないため、平成4年度にトダスゲの発芽実験を行いトダスゲの繁殖形態の把握、繁殖方法の検討を行った。

4.5 移植方法

移植方法については、トダスゲの株だけを掘り出し移植先の土壤に移す「田植え方式」と、トダスゲとその周辺の植物を土壤ごと移植する「ブロック移植方式」を採用した。2種類の方法を採用したのは、トダスゲ移植の際の危険分散を考慮したためである。「田植え方式」は移植先の土壤に根がなじみやすく、移植先の植生の中にトダスゲが混入し盗掘が防止される等の利点がある。「ブロック移植方式」は現状の周辺植生や土壤そのまま移植されるという点に利点があり、トダスゲ自生地の環境に近い環境で移植できる特徴がある。施工方法は、トダスゲの自生地の周囲を掘り下げ施工基面をつくり、トダスゲの周囲に1m×1m程度の鋼枠を圧入し、側方より床板を圧入し移植先へ移植するものである。ただ、「ブロック移植方式」は前例がなく具体的な施工方法については、施工試験を繰り返しながら検討をおこなうこととなった。



4.6 モニタリング

移植後、トダスゲの移植後の経緯、生態把握のため以下の追跡調査を行った。

- (1) トダスゲ生育状況調査(平成5年度～平成10年度)

移植後のトダスゲの生育経過を把握するため、毎月1回、移植地とトダスゲの状況の観察

と写真撮影を行った。

表-3 にトダスゲ移植後の生育状況の経過を示す。

道南グリーンパークにおいては、2m×2mのA、B、C、G 4つの方型枠(コドラート)にトダスゲを移植した。ミティゲーション実施時に移植したトダスゲは当初減少を続けたが、平成7年から若干の増加傾向が見られる。また、平成7年に一時的に移植されたトダスゲが残した種子からも新たな個体が生育しており、本移植地において順調にトダスゲが生育及び世代交代を行っていると考えられる。

秋ヶ瀬公園においては、平成5年3月の移植時には2m×2mのD、E、F 3つのコドラートに各3株ずつ計9株のトダスゲが移植された。平成8年度にはDで3株Fで1株が残ったがEではトダスゲは消失した。

表-3 トダスゲ生育状況調査結果

	道南グリーンパーク				秋ヶ瀬公園		
	A	B	C	G	D	E	F
移植時	●	●	●	●	3	3	3
平成5年	●	●	●	●	3	3	3
平成6年	●	●	×	●	3	0	3
平成7年	0	1	0	4	3	0	3
平成8年	0	3	0	6	3	0	1

●:トダスゲの生育確認あり

×:トダスゲの生育確認なし

数字:株数

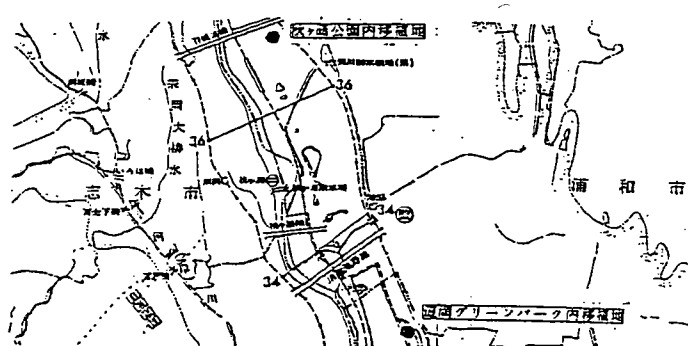


図-4 トダスゲ移植地点図

(2) 植物相調査及び組成調査(平成5年度～平成9年度)

植物相調査については、トダスゲ移植地の現地踏査を行い、トダスゲ移植地における生育種の把握をおこなった。調査は出現した植物の種名、出現状況を記録した。また、必要に応じて標本の採取をおこなった。

組成調査については、移植地に2m×2mコドラードを設定し生育種及び優先度の把握を行った。優先度とは被度(植物の地表面に対する被覆の度合い)と数度(個体数)を組み合わせたものである。また個々の植物の生育状況を表す測度である群度の測定も行った。

表-4 に移植地の組成調査の結果を示す。両移植地ともに平成5年移植時よりも平成10年度に生息する植物種は減少し、単調な植物相に変化している。道南グリーンパークにおいては、平成5年度においては、20種の生息種が確認されたが、平成10年度においてはトダスゲ以外にはクサヨシ、マツカサススキが生息している。秋ヶ瀬公園では平成5年度は、15種の生息種が確認されたが、平成10年度においてはトダスゲ以外にはハンノキ、ノイバラなどが生息している。

(3) トダスゲの種子生産状況、定着・繁殖調査(平成10年度)

一般に植物の移植の評価は繁殖状況により評価される。トダスゲの移植後の繁殖状況の把

表-4 トダスゲ移植地における植物相の変化

平成5年、平成10年の移植地における植物相の変化

平成5年						
道南グリーンパーク(B)				秋ヶ瀬公園(D)		
NO	階層	被度・部度	種名	階層	被度・部度	種名
1	IV	4・3	セイダカアワダテソウ	I	5・4	ハンノキ
2		3・3	オギ	IV	3・3	ミソソバ
3		2・3	カモシグサ		2・3	ヤカミスゲ
4		2・3	スギナ		2・3	ノイバラ
5		1・2	クサヨシ		2・2	ヤブラン
6		1・2	ノイバラ		1・2	トダスゲ
7		1・2	ヘビイチゴ		1・2	イシミカワ
8		1・2	ツユクサ		1・2	カモシグサ
9		1・2	ヨモギ		1・2	スゲSP
10		+	トダスゲ		+	クヌギ
11		+	スイバ		+	ツユクサ
12		+	オランダミミナグサ		+	アキノナギツカミ
13		+	ヤブガラシ		+	カナムグラ
14		+	オヤブシラミ		+	セイダカアワダテソウ
15		+	イシミカワ		+	ノカラマツ
16		+	ノビル			
17		+	アキノナギツカミ			
18		+	ヘソクソカズラ			
19		+	カナムグラ			
20		+	カラスウリ			

平成10年						
道南グリーンパーク(B)				秋ヶ瀬公園(D)		
NO	階層	被度・部度	種名	階層	被度・部度	種名
1	IV	3・3	クサヨシ	I	3・3	ハンノキ
2		3・3	マツカサススキ	III	1・1	ノイバラ
3		+	トダスゲ	IV	+	ケヤキ
4					+	ヤブラン
5					2・2	クサヨシ
6					1・1	ツユクサ

平成5年、平成10年の移植地における植物組成の変化

		道南グリーンパーク(B)		秋ヶ瀬公園(D)	
		平成5年	平成9年	平成5年	平成9年
調査面積		2m×2m	2m×2m	2m×2m	2m×2m
調査時期		1993.6.14	1997.8.30	1993.6.14	1997.6.30
群落高	I層	—	—	8~10m	12m
	III層	—	—	—	1.2m
	IV層	0.8~1.8m	0.8~1.6m	0.5~1m	0.15m~1.2m
植被率	I層	—	計測不能	80%	計測不能
	IV層	80%	計測不能	100%	計測不能
出現種数	I層	—	計測不能	1	計測不能
	IV層	20	計測不能	14	計測不能

握については、トダスゲの株数の増減と生産された種子数、生産種子の定着状況から把握した。平成10年の調査では、トダスゲの株数、開花結実状況、種子生産量を調査した。また、種子生産状況とトダスゲ生育状況の調査結果からトダスゲの定着、繁殖状況についての把握を行った。

種子生産量調査の結果、両移植地のトダスゲの種子生産量に大きな差異はなかった。ただ道南グリーンパークにおいては、総株数が多いため、移植地全体での種子生産総数は多いと考えられる。次に生育状況調査の結果、道南グリーンパークにおいては種子から育ったトダスゲが確認されたが、秋ヶ瀬公園においては、種子から育った個体は確認されていない。このことは道南グリーンパークと秋ヶ瀬公園の生育環境の差異により生じると考えられる。道南グリーンパークは、湿性草本からなる草原で春先から初夏にかけて明るい。これに対して秋ヶ瀬公園移植地の植生は落葉広葉樹からなる高木林で地表面が暗く、トダスゲの種子の定着、発芽の段階でこのような条件が適していないと考えられる。

4.7 評価

本モニタージョンにおいては、トダスゲの個体群の消失を回避するという目的は十分に達成されたと考えられる。

生態に関する情報が不足する絶滅危惧種について事前調査、各種試験から情報を得て移植を成功させている。移植場所の選定、施工時の危険回避についてもよく検討されていた。事

業後もモニタリングを継続し、トダスゲ個体群の自立的維持の可能性についての検討まで進めているのは貴重な生物の保全に際しては有効な検討であるといえる。

また、社会的な評価では、河川環境、貴重生物への関心の向上、トダスゲの保存への市民の協力等、社会へのインパクトは大きく、地域社会の環境への意識を向上させたことに対する評価は高いと考えられる。

4.8 学識経験者などの関与

トダスゲの保存方法の方針決定、移植方法の検討等において平成4年度の調整会議において下記学識者、アドバイザーの指導を受けた。

メンバー： 永野 巖（埼玉大学教員・故人）
大野 正男（東洋大学教員）
西条 和子（朝霞の自然を観る会）

5. まとめ

5.1 事例の特徴

治水上緊急を要する荒川総合治水対策事業遂行の際に生じたミティゲーション事業という制約条件の多い状況の中で関係機関、NGOとの調整がうまく図られている。また、生態に関する基礎的情報の不足しやすい絶滅危惧種の保全を、事前調査と種々の実験等により効率的に情報を得て行っているのが特徴といえる。また、ミティゲーション後もモニタリングを継続し、トダスゲ保全のノウハウの蓄積を積極的に行っているのも特徴である。

5.2 今後の対応

今後もモニタリングを継続する予定である。しかし、長い期間継続するモニタリングではなく、トダスゲの生態についての基礎的な知見の蓄積、管理方法のノウハウの習得をめどに、ミティゲーション後のモニタリングを終了する予定である。

事業主体：建設省関東地方建設局荒川上流工事事務所 所在地：埼玉県川越市新宿町 3-12
--

引用文献

1. 関東地方建設局荒川上流工事事務所、(株)建設環境研究所：工事区域内で確認された絶滅危惧種(トダスゲ)の保存について 業務報告書、1994
 2. 関東地方建設局荒川上流工事事務所、(株)建設環境研究所：河川自然生物調査報告書 業務報告書、1994
 3. 関東地方建設局荒川上流工事事務所、(株)建設環境研究所：河川自然生物調査報告書(その4) 業務報告書、1996
 4. 関東地方建設局荒川上流工事事務所、(株)建設環境研究所：河川水辺の国勢調査(トダスゲ追跡調査) 報告書、1998
- 建設省(1996)：第50回建設省技術研究会報告、1996
牧野富太郎：牧の新日本植物図鑑、北隆館、1989

*：本稿に掲載した図表の一部は荒川上流工事事務所の図表から引用したものです。

Ⅱ-5 生息地の保全と拡大を目指した絶滅危惧種ヒヌマイトトンボの保護

一級河川荒川における鉄道橋の架替え及び護岸整備とヒヌマイトトンボの生息地保全

1. 荒川下流部の概要

荒川は東京都の東側を流れ東京湾に注ぐ一級河川で、その下流部は明治末期の大洪水を契機に周辺地域の洪水を防ぐために人為的に開削された放水路で、大正 13 年に通水し最終的に昭和 5 年に完成した。

洪水に対する安全性の向上とその後の都市化の進展により周辺の葛飾区、墨田区・江戸川区等は現在日本有数の人口稠密地域となっている。更に、これらの地域は地下水の汲上げ等による地盤沈下が激しかったいわゆるゼロメートル地帯となっており、洪水に対する潜在的な危険性はむしろ大きくなってきている。このため、より大きな規模の洪水を流せるよう堤防の嵩上げや川底の浚渫が行われて来ており、引き続き今後も進めて行くことが求められている。

一方、開削後ほぼ 70 年の経過に伴い荒川は単なる放水路ではなく新たな水域、干潟、水辺や陸域を含む大きな自然空間を形成するとともに、川底の勾配が緩く潮の干満に応じて水位が変動し、上げ潮時には海水が侵入する汽水域となっているため、汽水域特有の生態系が発達している。更に、兩岸に広がる自然や高水敷は周辺住民にとっても都市部に残された唯一の身近な自然であり、また、運動施設として利用出来る貴重な空間ともなっている。

これらを踏まえ関係する区市と建設省関東地方建設局荒川下流工事事務所により「21 世紀を目指した健康な川づくり」を目標とした荒川将来像計画が作られ、河川敷を自然保全地、草地系利用地、施設系利用地に区分した、治水、自然環境、河川利用のバランスがとれた川づくりが目指されている。

2. ミティゲーションの背景と必要性

荒川の河口から 8km 程上流に遡った地点に架けられている京成電鉄線の京成押上線鉄橋（図-1）は建設年代が古く堤防天端より低い位置にあり水面からの高さが不足している。そのため河川増水時には洪水の流れを阻害する危険性があり、又普段の状態においても航行する船が橋にぶつかる事故等も起こっている。

そこで現橋を水面からの高さがより高い新しい橋に現在の橋の直ぐ下流で架け替えることになり、合わせて洪水時に河岸が削られ橋台や堤防が危険にさらされないことがないよう護岸も作られることになった。護岸の位置は川底を浚渫し低水路部（普段水が流れる部分）の川幅を広げる将来計画に合わせ現在よりやや岸側に寄せることになった。

一方、兩岸の水際部と新橋架設位置の左右岸側堤防付近までの高水敷にはヨシが生育し、その他の高水敷は、右岸側の荒川四つ木橋緑地に見られるよう主として草地となっており、その上に野球場をはじめスポーツ施設等が設置され、区民に利用されている。

右岸の高水敷に広がるヨシ原は他に比べ地盤高が低く満潮時等水位の高い時期には川の水が入り込み溜まる地形となっている。

新橋の右岸側橋脚工事にあたり、用地上の問題等から工事用の重機や資材を運搬する仮設道路をこの右岸のヨシ原につくこととし、ヨシ原の一部を潰す盛土構造として計画されていたため、自然保護団体（下町みどりの仲間たちなど）から「絶滅危惧種のヒヌマイトトンボが生息しており工事によりその生息地が失われる」との申し入れがあった。また、護岸工事によっても川側のヨシ原が一部潰されるため、ヨシ原面積の減少にともなうヒヌマイトトンボへの悪影響が危惧された。

このような背景のもと新橋の架橋工事による自然環境への影響を出来る限り緩和するた

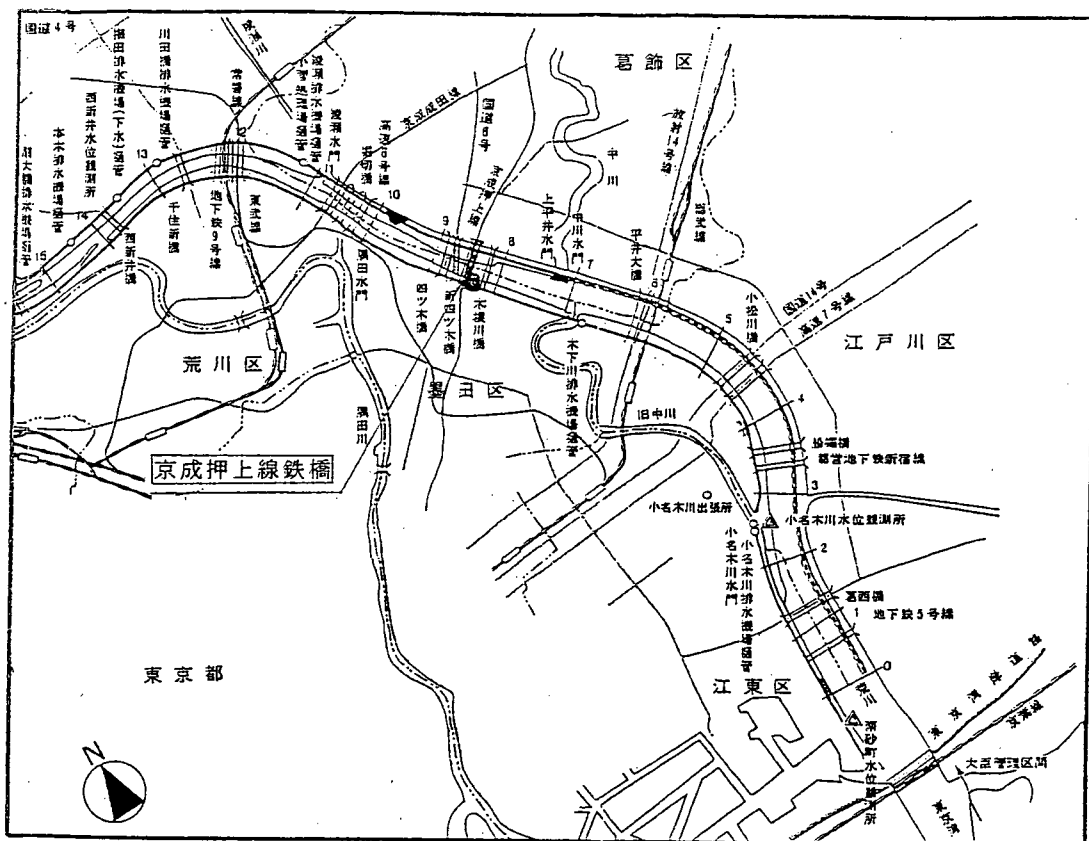


図-1 京成押上線鉄橋位置

めミティゲーションが検討され一部実施された。

3. ミティゲーションの目的

工事前仮設道路によるヨシ原への影響を最小限に抑え、同時に新たにヨシ原を造成することにより護岸工事等によるヨシ原の減少を補い、工事前と同程度の生育環境を確保する。

4. 工事及びミティゲーションのスケジュール

平成 3 年 12 月の申し入れを受けて直ちに工事を中断し、平成 4 年 1 月現地調査を行い工事区域にヒメイトトンボの幼虫が生息していることを確認した。そこで施工方法を再検討し、盛土方式から H 鋼を打ち込みその上に栈橋を設ける栈橋形式の仮設道路に工法を変更し、平成 4 年 2 月から工事を再開した。工事はヒメイトトンボの羽化時期である初夏から秋までの間を除いて行われ、平成 6 年 6 月に H 鋼の撤去をもって完了した。

護岸工事とヨシ原の造成については、平成 4 年の調査に引き続きヒメイトトンボの生育地、生活史、生息条件等について調査を続けるとともに現地に詳しい自然保護団体等を交えた保全策の検討、高水敷の利用者である墨田区等との調整を行い、護岸工事と野球場の一部をヨシ原に造成する工事が、平成 10 年度より開始されている。

5. ミティゲーションの実際

5.1 事前調査

ミティゲーションに必要な基礎資料を得るため、平成 3 年度に工事区域における幼虫確認調査、引き続いて平成 4 年度から現在に至るまで成虫定期調査・目視観察、成虫の広域分布調査、飼育調査等を実施し、橋脚工事後の生息状況を確認するとともに、荒川沿いの広域的

生息分布状況、生活史、生育条件等を整理している。またこれらと関連した調査としてヨシの移植実験を行っている。

5.2 調査結果と分析

調査の結果、広域的には京成線押上鉄橋の下流側から上流へ 約 6km 程度にわたり生息していること、工事区域は最も多く生息している地点の一つであること、が確認されている。

また、生活史を見ると、図-2 に示すように①ヒヌマイトンボは水面付近のヨシの葉や茎などに産卵する、②卵は 3 週間程度で孵化し、浅い水溜りや湿地のヨシの枯葉・枯茎等の下に生息しユスリカやミジンコ

などを餌とする、③越冬後 5 月末から 9 月にかけて羽化し 1~2 日で成熟したのち、成虫としての約 1 ヶ月のあいだ生育密度の高いヨシ群落の水面からそう高くない地帯を中心に生息し、交尾・産卵する、④天敵はアベハゼ、クロベンケイガニ、トンボ・クモ・鳥類等である、となっている。

生息条件としては、①卵をヨシに植え付けるためヨシが密集している場所が適している、②シオカラトンボ、アキアカネ等他のトンボとの生存競争に弱く、淡水域では一般に繁殖できないが、通常のトンボが生息できない塩分のある場所でもヒヌマイトンボは生息できるため競争者の少ない汽水域において繁殖している、③水深が深いと小魚がヨシ原に進入し、進入した小魚に補食されてしまうため、水深 5~10cm の場所が生息に適している、等があげられる。

ヨシ原の移植については、大きな干満差と航走波の厳しい条件下におけるヨシ原の再生技術の研究・開発の中で、平成 4 年度から平成 8 年度にかけて移植試験が行われた。

ヨシの移植試験ではヨシ生育地の表土を撒き出すヨシ根土植え、ヨシの地下茎を植える地下茎移植、株で植える小株移植、地下茎の挿し木による茎挿し移植の 4 手法が比較された。図-3 に示す 18 ヶ月後までの生育状況調査から、移植密度の小さい地下茎移植法のケースで生育本数が少なかったが、その他の手法間には大きな差はなかったため、機械施工が可能で施工性の良いヨシ根土植え法が、人力作業が必要で施工性の低い他の方法に比べ優れている

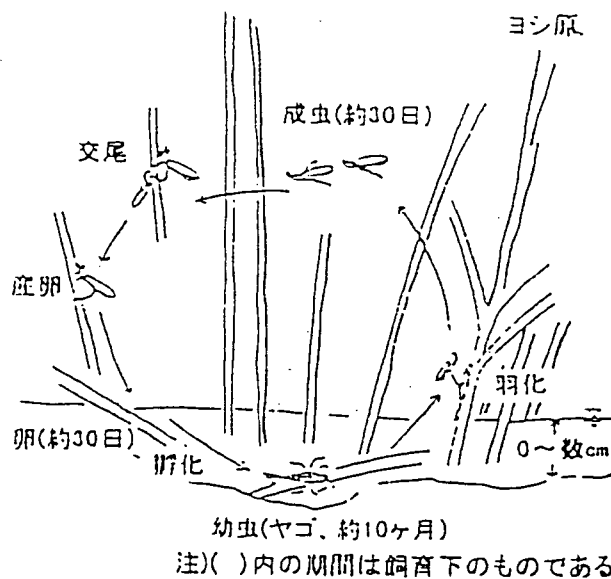


図-2 ヒヌマイトンボの生活史

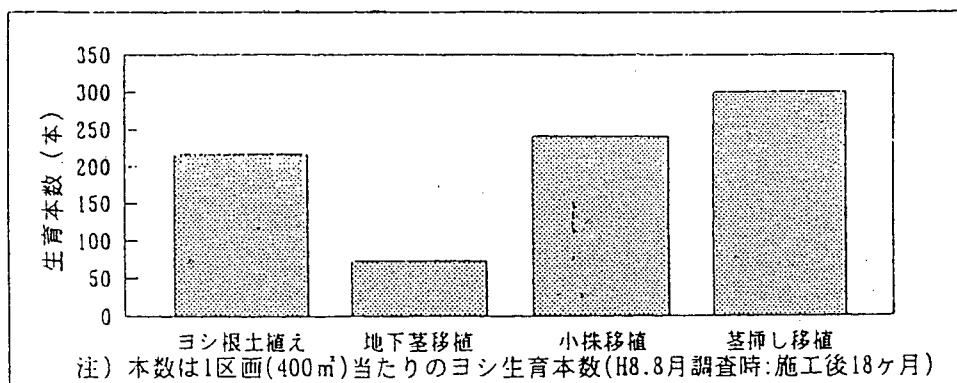


図-3 移植方法別のヨシの生育本数

ことが明らかとなった。なお、荒川においてヨシが生育するのは平均朔望満潮位よりほぼ50cm低いAP+1.5mより高い区域であった。以上から水溜まりの出来る汽水域のヨシ原はヒヌマイトンボにとって重要な生息環境と言える。

5.3 影響予測

工事区域はヒヌマイトンボの重要な生育地の一つとなっており、盛土は大きな影響を与えと考えられる。また、護岸工事によりヨシ原が減少し河川水の侵入形態も変化する恐れがあり、生育地への影響は避けられない。

5.4 目標設定

生育地への影響のより少ない工法を検討し、採用するとともに、工事は初夏から秋にかけての羽化・交尾・産卵の時期を避けて行う。

既設の生息地については、現在の河川水の出入り状況を維持するなど面積以外の条件が出来る限り変化しないように配慮する。

護岸工事等にもなうヨシ原面積の減少を補うため、生活史・生育条件等を考慮しヒヌマイトンボの生育環境を出来る限り再現できるヨシ原を新たに造成する。

以上によりこれまでと同等の生息環境を確保する。

5.5 橋脚工事施工法の変更とその後のイトンボ

京成電鉄側は、建設省との協定に基づく橋梁架替え工事の一つである右岸側橋脚工事のための進入用仮設道路を盛土構造で計画した。この計画では図-4に示すように仮設道路の敷地としてヨシ原の中央部分を東西にわたって埋めることになっていた。そこでヨシ原への影響を緩和するため施工方法の再検討を行い、図-5に示すようにヨシ原にH鋼を打込みそれを支柱とし、その上に栈橋を架ける工法に変更した。栈橋形式の仮設道路は幅8m、延長109mで、橋脚部には資材置き場を兼ねた30m×30mの平場が設けられた。栈橋の施工は、初夏から秋にかけての羽化・交尾・産卵の時期を避け、堤防側からはじめ、逐次完成した栈橋を利用しながら川側へ進められた。

この結果、生活への影響は回避され、直接改変するヨシ原もごく僅かとなった。栈橋の仮設・撤去後も現在に至るまで工事区域ではヒヌマイトンボの生息繁殖が確認されており長期的に見て大きな影響は与えなかったと考えられる。

5.6 ヨシ原保全・造成計画

5.6.1 基本方針

ヒヌマイトンボの生息地は必ずしも固定しておらず、その時々 conditions に応じ生息地は変わると考えられている。そのため生息地の保全に当たっては特定の生息地を保全するだけで

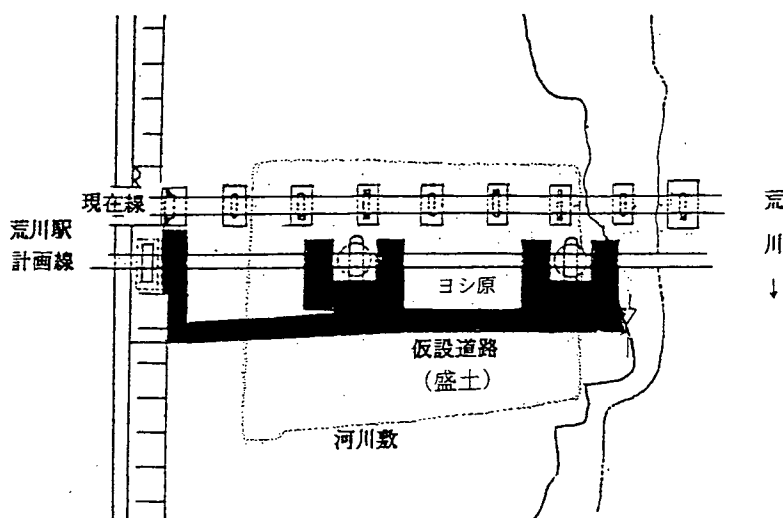
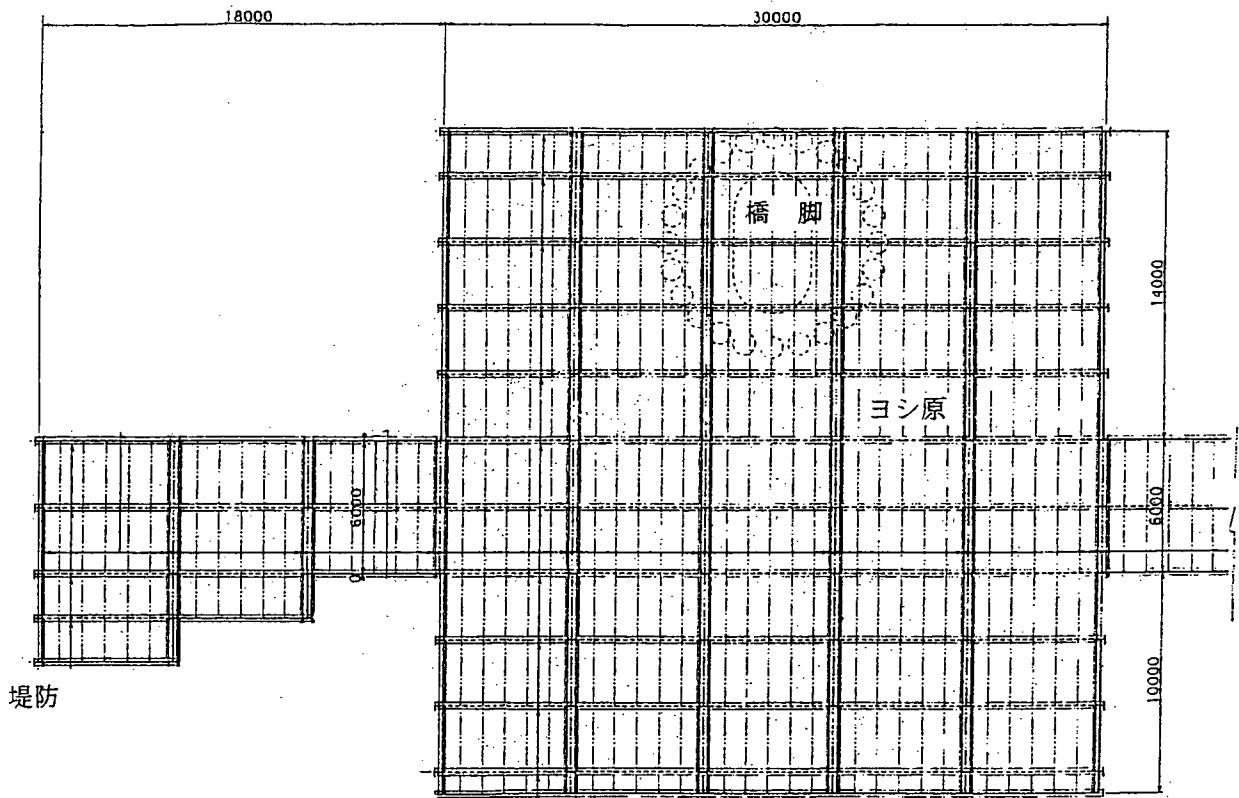


図-4 変更前の施工計画

仮設棧橋平面図



仮設棧橋側面図

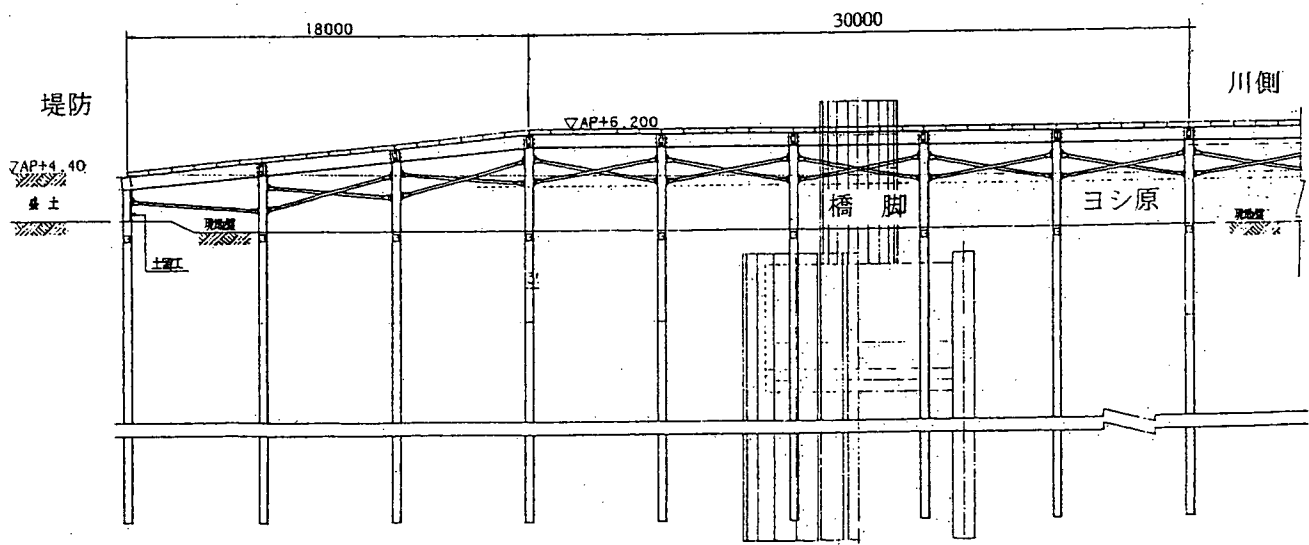


図-5 仮設棧橋

はなく、出来る限り広域的に連続して生息地を保全するように努めることとし、現在生息が確認されている箇所及び生息しそうな湿地環境は優先して保全し、計画に基づき将来自然環境を創出する際には、出来る限り生息環境を考慮した水際線の整備を行うこととした。

対象区域の整備に当たってはヒヌマイトトンボの生息環境のみに注目し、現在までの知見に基づいた最適な環境の創出を目指す、引き続きモニタリングを行い必要な場合には改良する事とした。そのためあらかじめ修正・改良が可能な構造としておくとともに、将来にわたり良好な生息環境の維持が出来るよう出来る限りメンテナンスフリーな構造とすることとした。

5.6.2 対象区域とその位置づけ

対象区域は当面図-6に示す新しい鉄橋の右岸側下流部と上流部及び左岸側下流部の3区域とし、それぞれ区域1, 2, 3として、次のような位置づけを行った。

区域1は現在既に生息地となっている区域でより効率的な生息地とすることを目指す。区域2は現在は墨田区の野球場となっている区域で、グラウンドとしての利用をとりやめ新たにヨシ原を造成し、生息可能地を創出する区域である。区域2の面積は約3150m²で工事後の区域1の面積と合わせると現況の生息と同じ面積(約6400m²)になる。区域3は将来の生息可能地の創出を前提に当面それと整合の取れた護岸整備を行う区域である。

5.6.3 基本形状

ヨシ造成地、低水護岸の基本形状はこれまでの調査結果を踏まえ、図-7, 8に示すように、①生息地のヨシ原の平均地盤高を適切な水深を確保するため、朔望平均満潮位より25cm低いAP+1.75mとする、②低水護岸は勾配1:3.0の捨石構造(カゴマット)で、緑化のため上面を植生土のうで覆い、天端の高さをAP+2.00mとする。護岸には従前と同程度の河川水の出入りが可能なよう幅10m、高さAP+1.75mの切欠きを1~2箇所設ける。河川堤防側には堤防の安全性を確保するため保全区域をとり、法勾配1:2.00の護岸を設け、緑化のためその表面を植生土のうで覆うこととした。

5.7 工事中の配慮

施工に当たっては生息しているヒヌマイトトンボへの影響を出来る限り少なくするよう次のように配慮することとした。

区域1については既存の生息地に於ける工事であり、護岸設置位置は改変が避けられないが、工事用の仮設道路については影響を出来る限り回避するよう配慮する。そのため図-9に示すように上流側は橋梁工事の仮設設備を、堤防側は保全区域として残す高水敷をそれぞれ利用し、川側については栈橋形式とし、下流側はヨシ原より約10m離すことにする。

また、施工は、区域2のヨシ原の整備、現橋梁の撤去、区域1, 2の護岸工事の順とし、現生息地の工事の前にあらかじめ生息地を創出しておくことにより護岸工事の影響を回避・低減する。

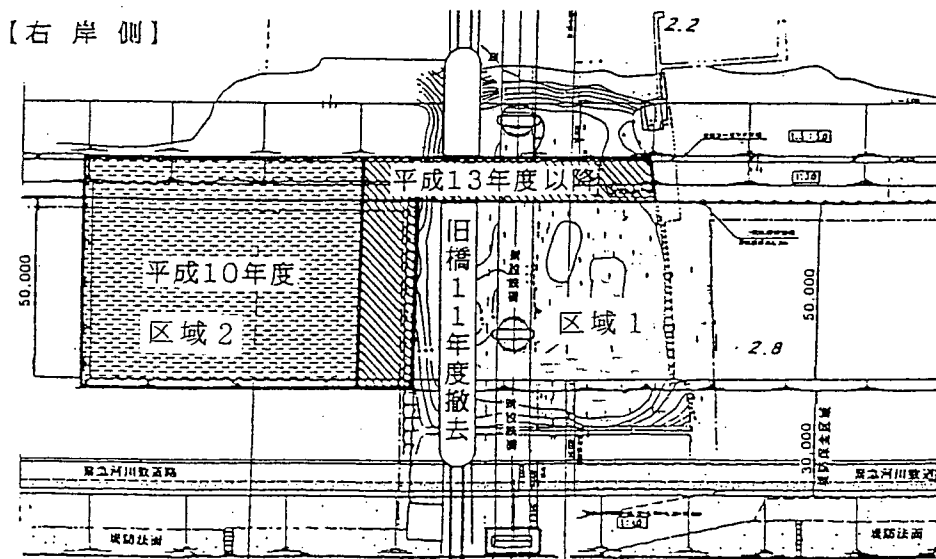
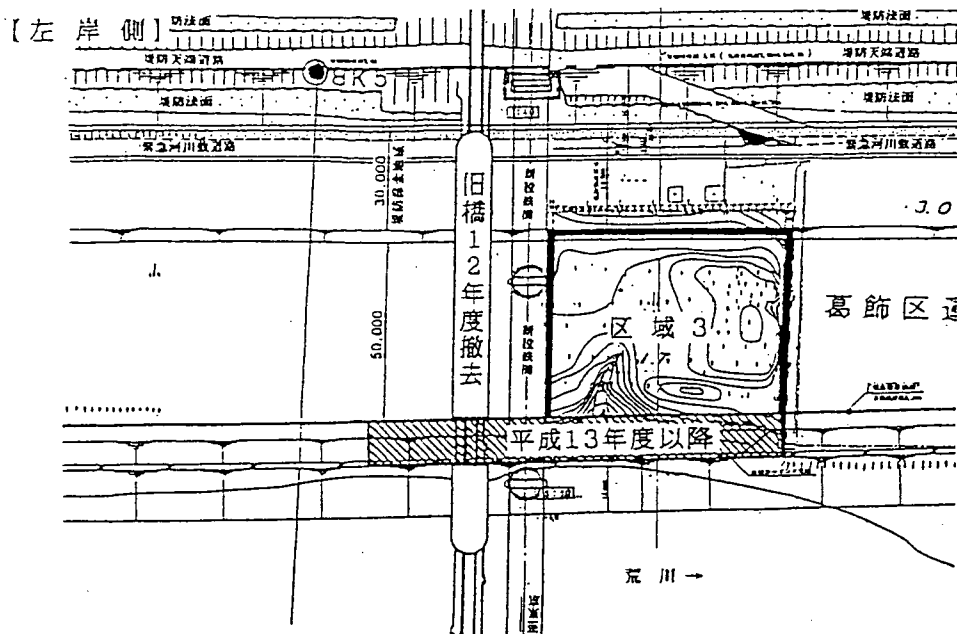
5.8 今後のモニタリング計画

造成や護岸工事後のヨシ原の生息地として適性を確認するとともにより良い生息環境の保全・創出に関する知見を得るため地形調査、成虫調査、幼虫調査を行う。

地形調査はヨシ原の造成や護岸設置後の河川水の出入状況、微地形の状況、ヨシ原内の水深、幼虫の生息状況を調べるもので、水深調整及び生息環境創出の基礎資料とする。成虫調査は生息地を荒らさないよう幼虫の生息が確認されるまでのあいだ幼虫調査に代え成虫の生息状況を調べるものである。幼虫調査では生息地としての利用を確認するため幼虫の生息数を調べるとともに、低水護岸工事における幼虫保護対策の必要性についても調べる。モニタリングのスケジュールは表-1の通りである。

5.9 検討委員会

現地に詳しいヒヌマイトトンボの専門家を交えた検討委員会を設け構造、施工方法、工事スケジュール等についてアドバイスを頂いている。



-  平成10年度 上流右岸部 (区域2): ヨシ原及び低水護岸施工
-  平成11年度 京成鉄道旧橋脚撤去 (右岸高水敷及び河道内)
-  平成12年度 京成鉄道旧橋脚撤去 (左岸高水敷及び河道内)
-  平成13年度 下流右岸部 (区域1): 低水護岸施工
以降 下流左岸部 (区域3): 低水護岸施工
区域3のヨシ原施工は今後調整

図-6 対象区域

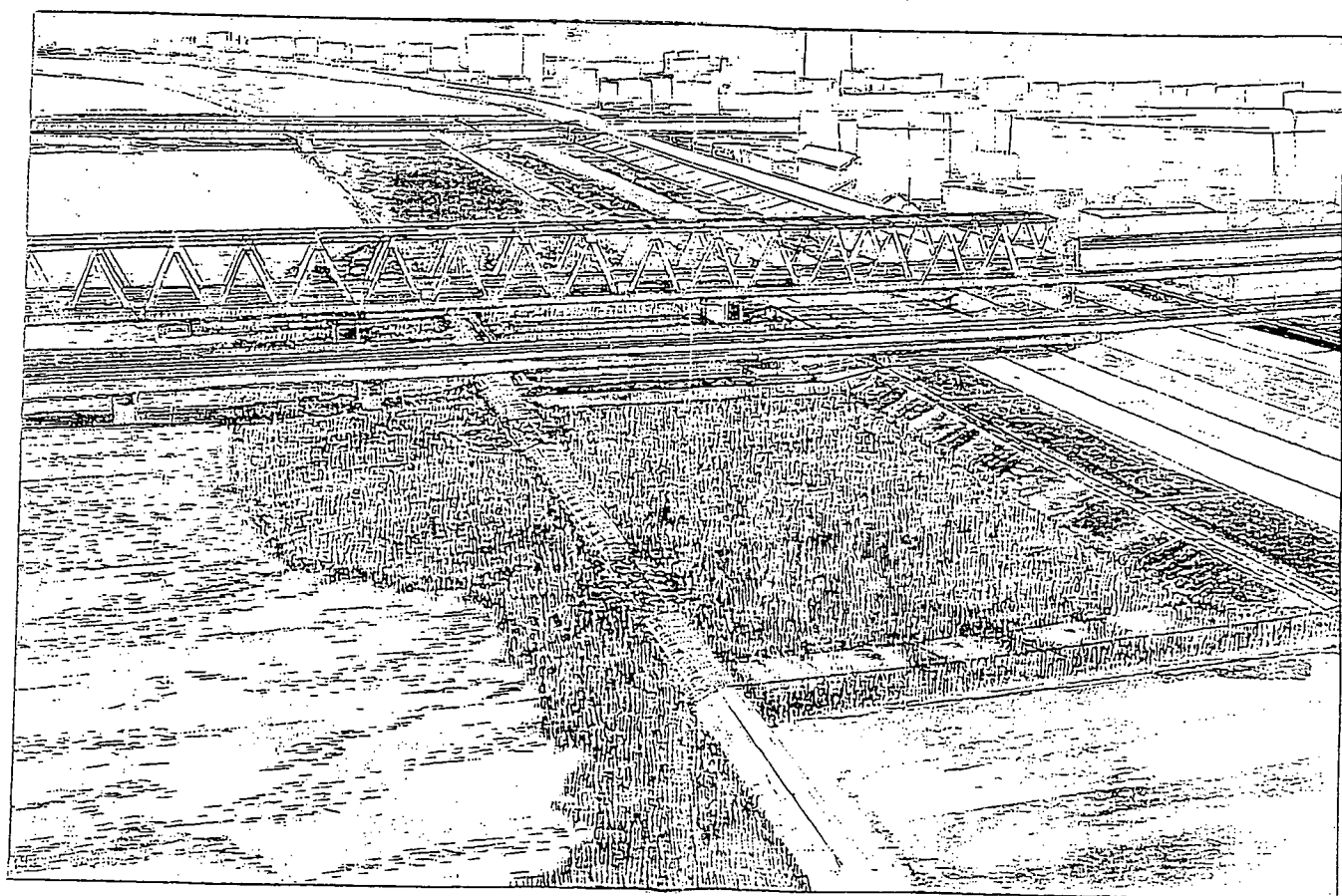
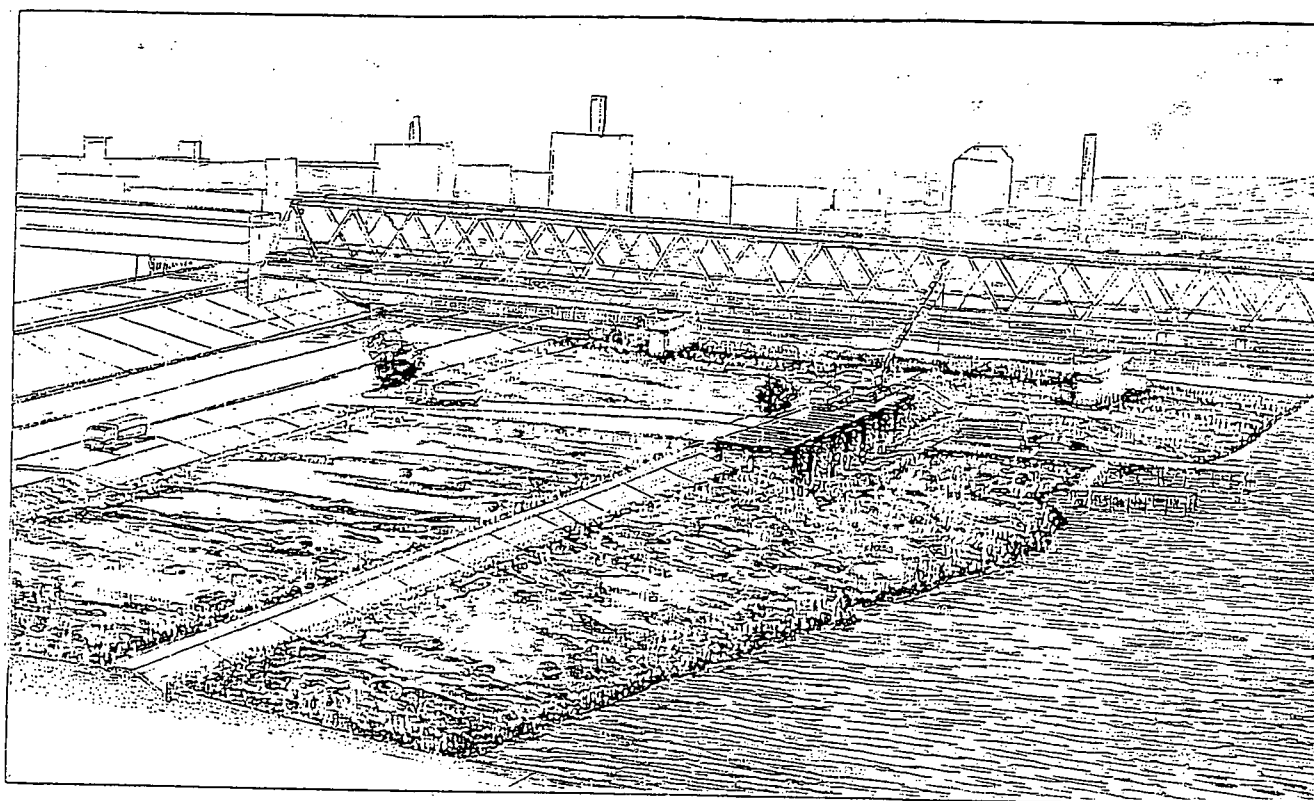


図-7 工事状況イメージパース

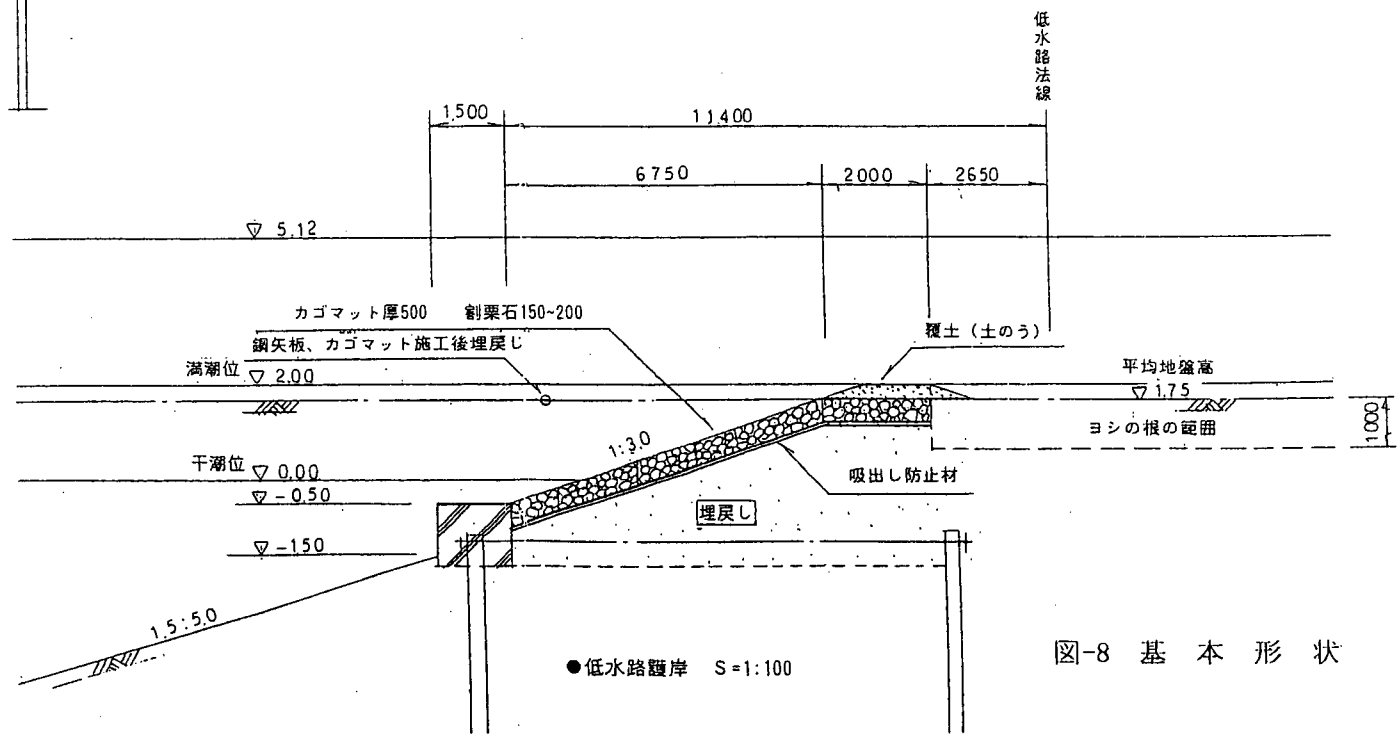
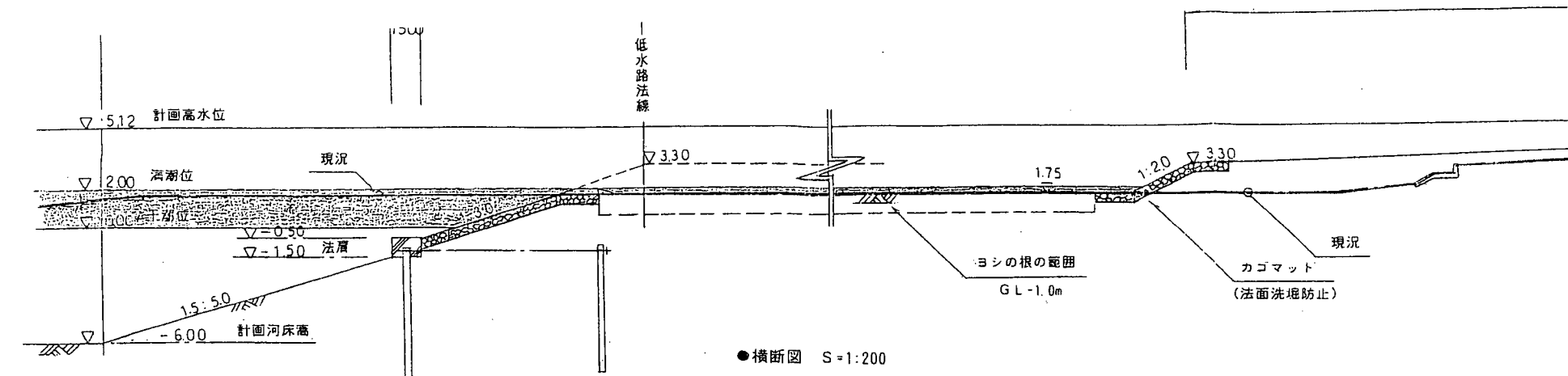
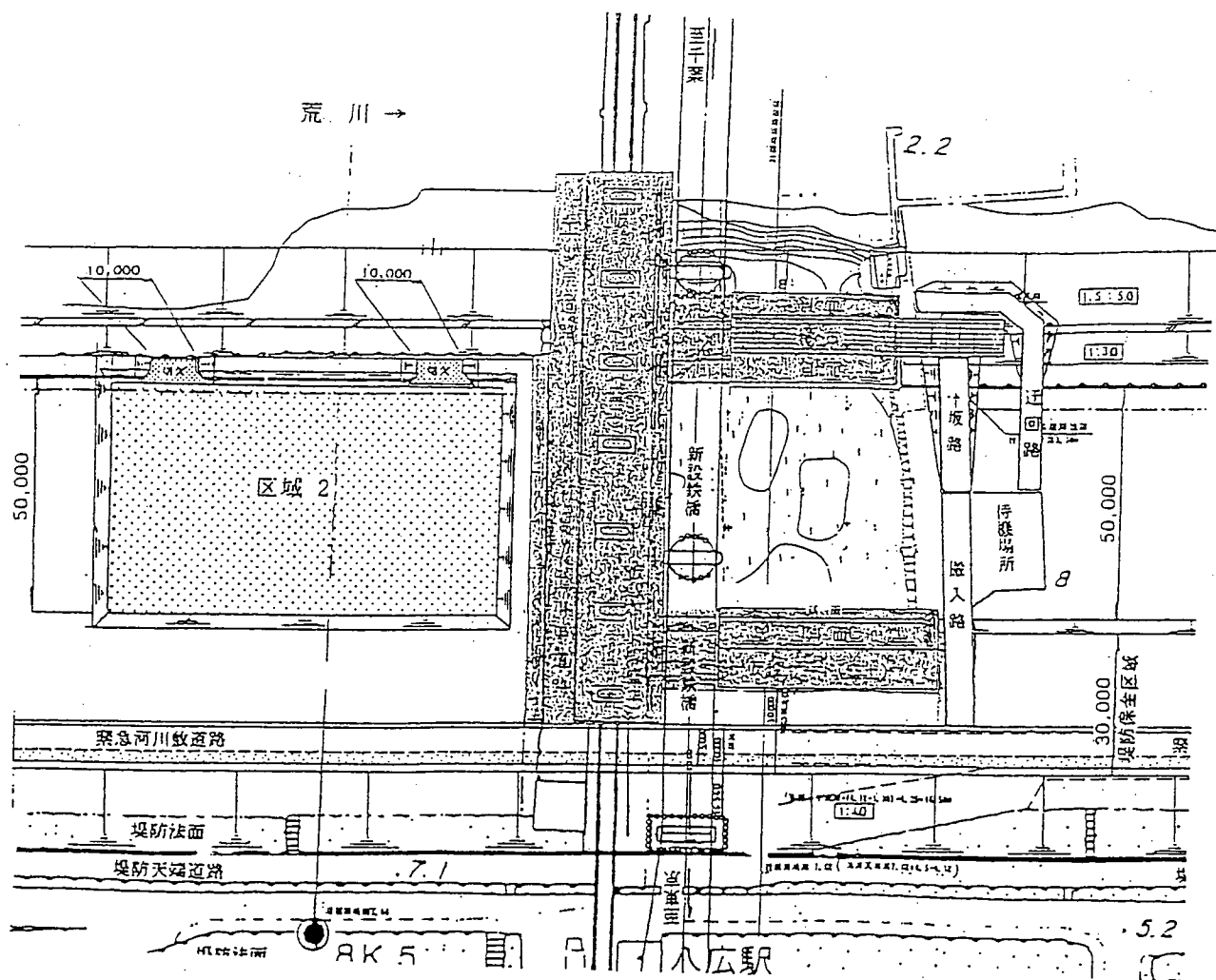


図-8 基本形状



着色部は施工に伴い地形を改変する区域

図-9 工所用仮設道路位置

表-1 モニタリング計画

工 種		平成10年度 7 10 1	平成11年度 7 10 1	平成12年度 7 10 1	平成13年度 7 10 1	平成14年度 7 10 1
モニタリング	地形調査		②		②	③
	成虫調査		① ②	① ②	① ②	① ② ③
	幼虫調査				① ②	

①：区域1、 ②：区域2、 ③：区域3

メンバー あらかわ学会会長、寄居町にトンボ公園をつくる会、埼玉県生態系保護協会、トンボ学会、荒川下流河川環境保全モニター、荒川下流の自然を考える会、葛飾区、墨田区、京成電鉄(株)、建設省荒川下流工事事務所

6. 評価

本地区のミティゲーションは、

- ①新橋橋脚工事における仮説道路の盛り土構造から栈橋方式への施工法の変更は、その後の工事区域でのヒヌマイトトンボの生息の確認により所期の目的は達成されたと考えられる。
 - また、②新たにヨシ原を造成し、低水護岸等の工事の前後で全体のヨシ原面積が減少しないよう対応した。
 - ③ヨシ原造成地に高水敷の野球グラウンドを当てることにより、人と自然との共生を図るとともに自然度を高める計画となっている。
 - ④対岸も含め汽水域河川の典型的な植生であるヨシ原を積極的に保全・整備することとしている。
 - ⑤施工前後で十分なモニタリングを行い必要に応じ対策をとることとし、構造物もあらかじめ修正・改良が出来る構造としている。
- 等十分検討・配慮されており、今後のミティゲーションにおいておおいに参考になるものと考えられる。

7. その他

同じような事例として、建設省関東地方建設局江戸川工事事務所においても、常磐新線の中川橋梁工事、低水路幅の拡幅と築堤工事が予定されているが、一方でヒヌマイトトンボの生息が確認されており、中川八潮地区を対象に、ヨシ原を造成し生息環境の拡大を図ろうとしている。平成 8 年度よりヒヌマイトトンボの飼育実験を行うとともに、学識経験者を中心とした検討会を設け、生態系の保全と治水事業の両立を目指した工事方法について検討を進め、平成 10 年 3 月よりヨシ原の造成・移植実験が行われている。

(H. 11 年 9 月現在)

参考文献

建設省関東地方建設局荒川下流工事事務所、新日本気象海洋㈱：平成年 3 度荒川下流部環境調査報告書
建設省関東地方建設局荒川下流工事事務所、新日本気象海洋㈱：平成年 4～8 度管内ヒヌマイトトンボ検討業務

Ⅱ-6 河床の変動を許容し、ケショウヤナギ群落を保全する

－上高地における梓川砂防事業－

1. ミティゲーションの背景と必要性

梓川は中岳に源を発し、上高地の中心を流れ、犀川を経て千曲川に合流する流域面積 559.1km²、流路延長 50km の河川である。上高地は、中部山岳国立公園、特別保護地区や文化財保護法による特別名勝天然記念物に指定されている我が国屈指の景勝地であり、その美しい風景は、清冽な流れの梓川、槍・穂高連峰に代表される雄大な山々、河原に生えるすがすがしい緑のケショウヤナギの河畔林で構成されている。

上高地を流れる梓川の区間は、標高 1,500m の高地に開けた谷底盆地であり、槍・穂高連峰など隆起が大きく浸食が激しい中部山岳の 3,000m 級の山々に囲まれている。そのため、河床には多量の土砂流出が見られる。このような変動の大きい河床では、大きな洪水により砂州上の土砂は移動し植物は破壊され、その後回復し、再度洪水により破壊される等、破壊と再生が繰り返される。ケショウヤナギはこのような変動があることにより生育できる植物である。しかし一方で、上流からの土砂流出は河床を上昇させ、洪水・氾濫の危険性が高まり、災害対策を講ずる必要性が生じた。そのため、昭和 57 年から昭和 58 年にかけて国土庁、環境庁、林野庁、建設省の 4 省庁による共同調査が実施され、上高地の災害計画指針、自然環境保全整備、森林保全整備計画、砂防計画が検討され「上高地地域保全整備基本計画」がとりまとめられた。建設省では、梓川本川砂防施設配置計画を策定し、特に早急な施設整備が望まれている明神地区及び小梨平地区において、「当面緊急を要する砂防計画」を作成した。その概要は、河床勾配の安定化と土砂の移動を抑制するための第 5 号～13 号帯工、床止工及び浸水氾濫のおそれのある区間では護岸工を整備するものである（図-1）。

砂防事業にあたっては、上高地の優れた景観や自然環境への影響を極力少なくする必要がある。特に、ケショウヤナギについては変動があることにより生育できる植物であることから、河床の変動を許容しつつ、河床勾配の安定化・土砂移動の抑制を図る砂防事業が必要となった。

2. ミティゲーションの目的

砂防施設事業に際し、現在成立しているケショウヤナギ群落を中心とした自然環境、景観への影響を最小限にすることを目的とする。

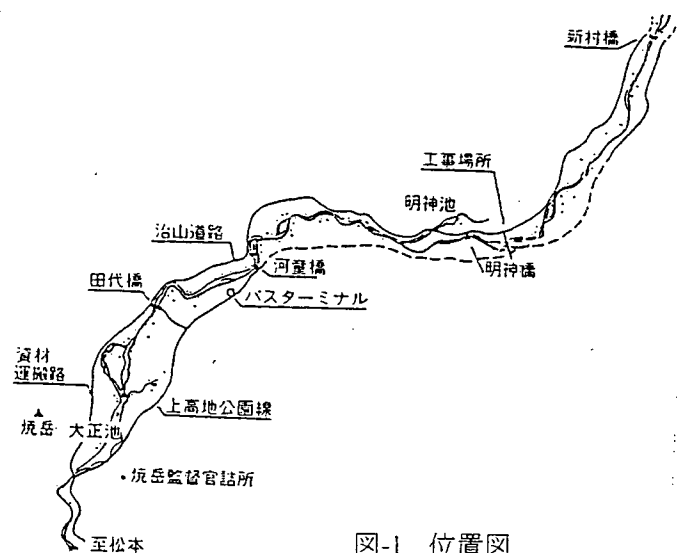


図-1 位置図

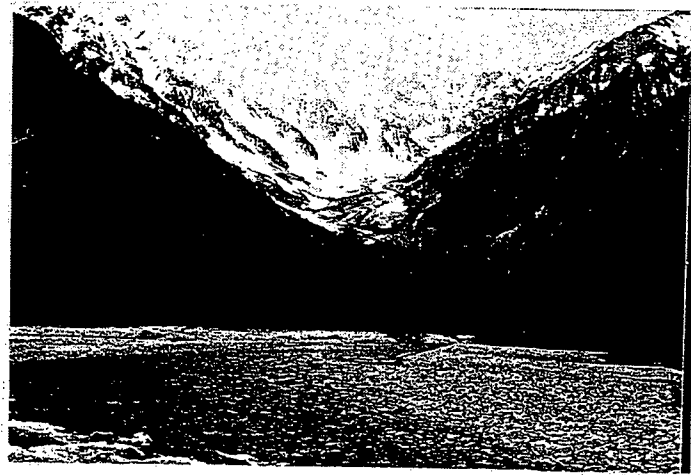


写真-1 上高地（ケショウヤナギ群落）

3. ミティゲーションのスケジュール

年度	1982～1983 (S.57～58)	1987 (S.62)	1988 (S.63)	1989 (H.1)	1990 (H.2)	1991 (H.3)	1992 (H.4)	1993 (H.5)	1994 (H.6)	1995 (H.7)	1996 (H.8)	1997 (H.9)	1998～ (H.10～)
計画、設計、施工	上高地地域保全整備基本計画の策定	「当面緊急を要する砂防計画」	第5号帯工施工 (H.1.7竣工)					第6号帯工施工 (H.7.1竣工)		第7号帯工施工 (H.9.2竣工)			
事業実施による環境への事前影響予測		影響予測											
第5号帯工設置に係わる調査		事前調査	短期影響調査			中期影響調査				中期影響調査			
第6号帯工設置に係わる調査						事前調査				短期影響調査			
第7～9号帯工設置に係わる調査								事前調査				7号帯工短期影響調査	
第10～12号帯工設置に係わる調査								事前調査					
ケショウヤナギの生態に関する調査群				生育基盤調査				群落現況調査					
魚類		遡上特性に関する調査	分布、行動域調査、産卵床調査										

①事業計画、施工

昭和 58 年に策定された「上高地地域保全整備基本計画」をうけ、昭和 62 年、「当面緊急を要する砂防計画」が策定された。計画は帯工 8 基（第 5～13 号帯工）、床止工 1 基、護岸工を設置するものである（図-2）。計画・設計、工事実施については、環境庁と綿密な協議により決定され、護岸工は了承が得られたが、横工については第 5 号～13 号までの横工のうち、最上流の第 5 号帯工を試験的に実施し、その影響調査の結果を踏まえた上で、他の横工の方針が協議されることとなった。

現在、第 5 号～7 号帯工が完成し、床止工については協議中である。

②影響予測

昭和 62 年度、砂防計画立案と併行し、上高地の自然環境の特性把握、砂防事業実施に伴

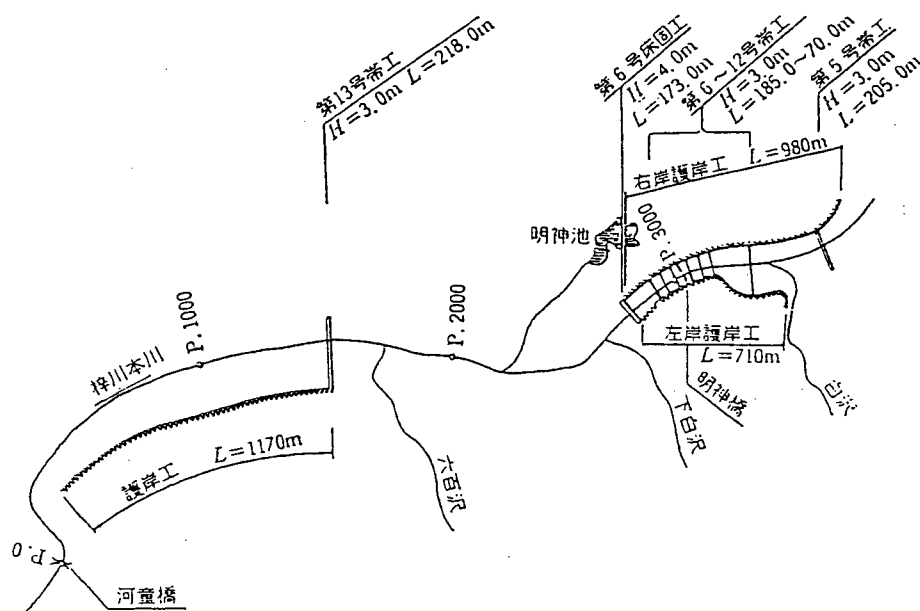


図-2 当面緊急を要する砂防計画

うインパクト（資材の搬入、樹林の伐採、転流工、土工、コンクリート打設など）の抽出と環境への影響予測が行われた。

③モニタリング

平成元年7月に完成した第5号帯工については、昭和62年度に設置前の事前環境調査が行われ、設置後のケショウヤナギ等の自然環境への影響については、平成元年～3年度に短期的影響調査が、平成4年度と平成8年度に中長期的影響調査が実施され、現在もモニタリングは継続されている。第6号帯工は、第5号帯工の調査結果を踏まえた上で、平成4年～5年度に事前調査、平成5年～6年度に施工、平成7年1月に完成し、第5号と同様のモニタリングが実施されている。また、第7号帯工も平成9年2月に完成し、同様のモニタリングが実施されている。

④ケショウヤナギの保全に必要な条件の検討

昭和62年度より、ケショウヤナギの生態に関する詳細な調査が行われ、ケショウヤナギを保全するために必要な条件が検討された。

⑤魚類の遡上可能な施設とするための検討

昭和62年、溪流魚（特にイwana）の移動を阻害しないような施設とするために必要な条件について検討された。

4. ミティゲーションの実際

4. 1 影響予測

砂防事業実施に伴うインパクト（資材の搬入、樹林の伐採、転流工、土工、コンクリート打設など）の抽出と環境への影響予測が行われた。帯工や床止め工の設置により、次のような影響が予測された。

①帯工から上流部では、土石堆積量が増加し、また、河川の水位が上昇する。下流部では河床の低下がおこる。また、上流部、下流部も地下水位や土壌水分に変化が起こる。これらにより、ケショウヤナギや景観が影響を受ける。

②河床勾配や滞筋が変化し、イwanaの遡上や産卵が阻害される。

護岸については、景観への影響、地下水位の変動等によるケショウヤナギへの影響が予測された。

4. 2 ケショウヤナギ群落維持のための条件の検討

ケショウヤナギは、ヤナギ科、ケショウヤナギ属一属一種で、その名は若い枝に白い粉を付けることに由来する。分布は、アムール川流域、中国北東部、朝鮮半島中北部、沿海州、樺太等の東シベリア、極東域で、我が国では、北海道及び長野県に分布している。

ケショウヤナギ群落の保全にあたり、その生育・立地環境についての詳細は不明な点が多かった。そのため、帯工設置に伴うケショウヤナギ群落への影響をモニタリングするとともに、ケショウヤナギの生態について生育基盤調査、樹齢調査等が実施され、ケショウヤナギ群落維持の条件についての検討が行われた。

調査結果から、ケショウヤナギの生育特性に関して以下のことが明らかとなった。

①ケショウヤナギは、高い種子供給量を持ち、発芽率も高い。

②他の植物種の生育がみられない乾性で貧養の砂礫地に生育する。

③2年目以降他のヤナギ類に比べ成長が大きい。10年で樹高10m、20年で15mに達する（ただし、個体差はある）。

④ケショウヤナギが発達した林床では、実生は生育できず、天然更新ができない。

⑤ケショウヤナギ群落が現在成立している立地において、今後立地の安定が継続すれば、サワグルミ・ハルニレ群落に遷移してしまう。

以上から、ケショウヤナギ群落が維持される条件は、以下のようなものと考えられる。

- ①種子を供給するケショウヤナギ母樹林が存在すること。
 - ②母樹林以外の場所で、生育適地となる平坦な砂礫裸地が頻繁に生み出されること。種子散布時に、このような立地が存在し、種子が到達できること。
- このような条件を満たす次のような基本方針が設定された。
- ・ケショウヤナギ群落の成立立地を確保するため、広い河床を確保する。
 - ・発芽適地である砂礫裸地が頻繁に生み出されるよう、滞筋の変動を許容する。
 - ・種子供給源としての重要性が認められる母樹林、あるいは将来の母樹林として重要な若齢群落の生育地を残すなど、広域的・長期的な視野に立ち、種を保全する。

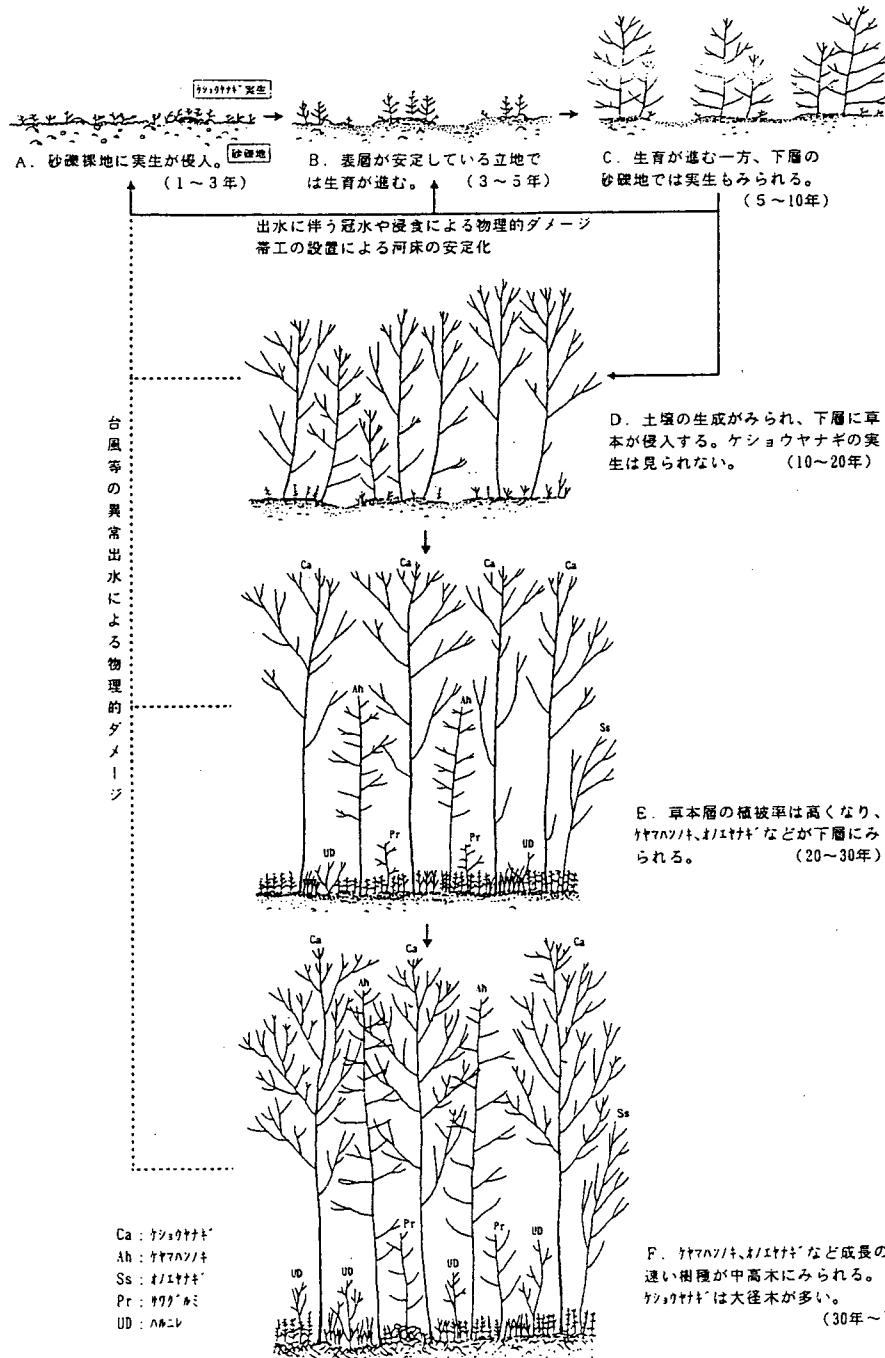


図-3 ケショウヤナギ群落成立過程模式 (建設省 松本砂防工事事務所 1994)

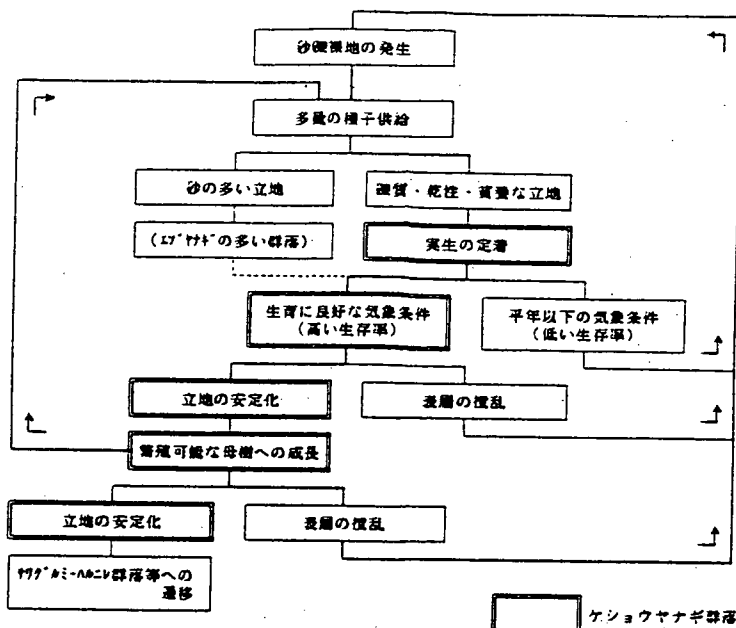


図-4 ケショウヤナギ群落維持のモデル（建設省 松本砂防工事事務所 1994）



写真-2 河畔に成立するケショウヤナギ群落

4. 3. 魚類の遡上可能な床止工の条件の検討

梓川には、サケ・マス科の魚類が生育しているが、人為的な放流も行われている。在来種のイワナは主に明神池より上流に棲む。

昭和 62～63 年度、イワナの遡上可能な床止工の条件を検討するため、遡上試験を行い遡上特性を把握するとともに、イワナの遡上している自然溪流の形態及び床止工を設置する場所の河川形態を調査した。

調査結果を踏まえ、次の事項を遡上可能な床止工の条件とした。

- ①滞筋を確保し水流をスムーズに連続させる。
- ②流路の勾配は、できるだけ緩やかに設ける。
- ③流路は自然溪流のように、形や水流に変化を持たせ、休息場等を設ける。

なお、床止工については現在環境庁と協議中である。

4. 4. 計画・設計の特徴

横工及び護岸は景観の保全のため、コンクリート等人工物が露出しないよう配慮した。それぞれの計画・設計の特徴は以下のとおりである。

(1) 横工 (写真-3)

- ①一般的な帯工、床固工等の横工は、流路を中央に固定するため一部が低くなり、両端の袖の部分は高くなっている(図-5)。しかし、ここではケショウヤナギ群落を維持するため、滞筋が蛇行し、流路が固定されないよう袖部を設けない構造とする(図-6)。
- ②床固工等の落差工は、魚道の行動を制限しないよう斜路構造とする(協議中)。
- ③横工の表面は、魚類の移動及び景観に配慮し、現地の玉石を用い修景する。

(2) 護岸 (写真-4)

- ①護岸工表面のコンクリートを蛇籠で覆い修景する。
- ②護岸の背面にできる盛土露出部に笹を移植し、緑化を促進する。
- ③大きな樹木は伐採せず残す。



写真-3 帯工

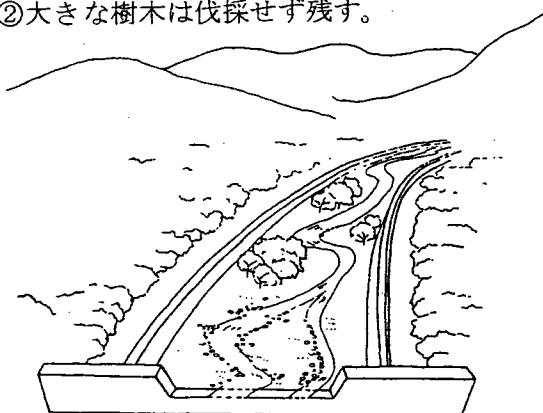


図-5 一般的な帯工

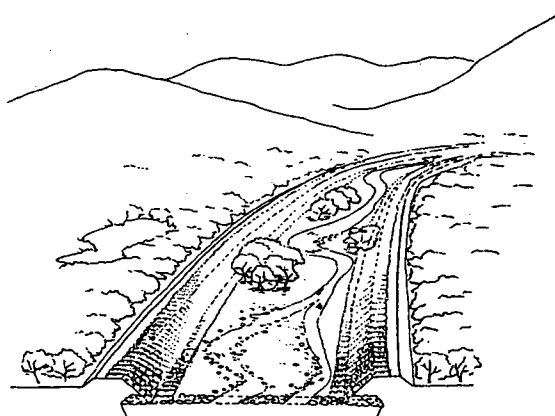


図-6 計画された帯工

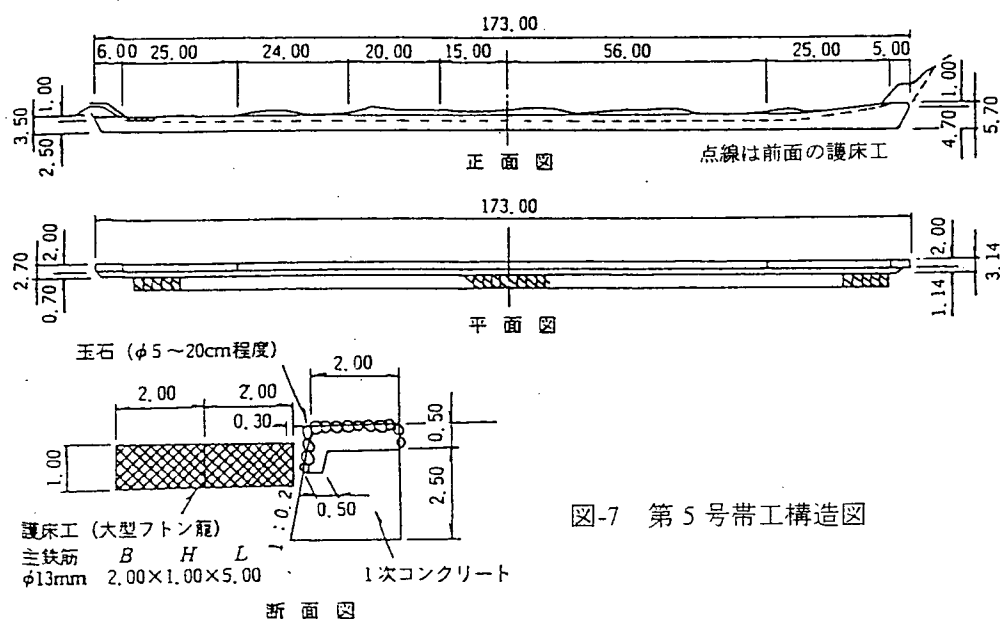


図-7 第5号帯工構造図

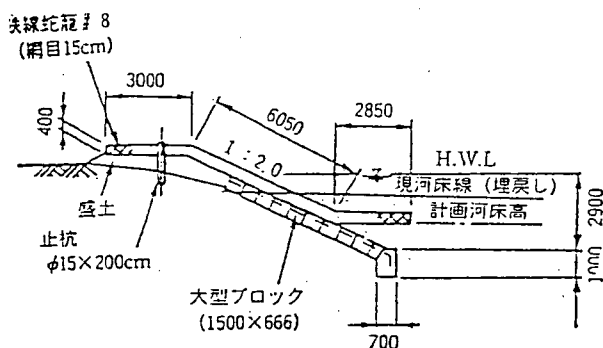


図-8 護岸工構造図



写真-4 護岸

4. 5 工事中の配慮

施工にあたっては、以下の点に配慮がなされた。

- ①施工時期は観光客の集中する時期を避ける。
- ②掘削等により発生した濁水は沈砂池を設け処理する。
- ③コンクリート打設等により発生したアルカリ性の排水は、中和処理を行った。
- ④工事監督用車両として排気ガスの出ない電気自動車を導入する。

4. 6 モニタリング

砂防施設整備が周辺環境へ及ぼす影響について、昭和 62 年度より継続的に、流路の変動、水位の変化、景観の変化、河畔林への影響、魚類や底生動物の調査が実施されている。以下に、これまでの調査結果を示す。

①景観の変化：施工箇所付近における環境庁が示した上高地の親しみやすい景観を眺める場である主要視点場から、2ヶ月毎に定点写真撮影を行い、景観の変化を追跡した。その結果、大きな景観変化は生じていない。

②流路の変化

河床変動に関する測量、流量変動観測によると、滞筋の変動は出水に伴うごく自然な変動であり、帯工設置による流路固定等の影響はみられていない。

③周辺水位・流量の変化

周辺水位・流量については、18カ所の地下水位の調査、明神池における水位、流量、水質調査が実施されている。その結果、伏流水、池沼等の水位、流量に長期的な変化は生じていない。しかしながら、工事期間中、工事に伴う揚水等の影響が、梓川本川、明神池に現れている。

④ケショウヤナギ群落への影響

コドラートを設置し、第5号帯工による短期・中期的な影響調査、第6号帯工の短期的な影響調査が実施されている。滞筋の変動によりコドラート箇所は流失しているものがみられるが、その周辺には大小さまざまな実生・稚樹の群生がみられるなど、滞筋は変動し、新たな砂礫裸地が出現し、生育条件は維持され、帯工設置によるケショウヤナギ群落への影響は特に現れていない。

⑤魚類等への影響

第5号帯工の影響について、魚類の分布、行動域、産卵場所等の調査が行われた。帯工付近より上流は、冬期、水枯れが生じる区間となり、この区間では、産卵床が見られない。また、標識放流によって第5号帯工の下流から上流へ移動している個体が確認され、帯工の流水の遮断はなく、魚類の繁殖や移動などへの影響はないと判断された。

以上のように、工事に伴う周辺水位への影響はみられるが、砂防施設整備に伴うケショウヤナギ群落への影響、魚類の遡上阻害等は現在のところ生じていない。

4. 7 学識経験者などの関与

河畔林及び魚類調査について、以下の学識経験者の指導を受けている。

河畔林：東京農工大学農学部教授 亀山 章

魚 類：信州大学農学部教授 吉田利男

4. 8 評価

①上高地は国立公園の特別保護地区内で、かつ文化財保護法による特別名勝特別天然記念物に指定されていることから、事業を実施するに際し省庁の協議を必要とし、事前事後モニタリング等、入念な自然環境影響調査が実施されている。

②第5号帯工を試験的に設置しその後の自然環境への影響を確認した上で、その他の帯工を設置する等、慎重に事業が進められている。

②ケショウヤナギ群落を保全するためには、ケショウヤナギの群落維持の条件を明らかにする必要がある。そのための様々な調査が実施され、これまで明らかになっていなかったケショウヤナギの生態が明らかにした。

③ある生物を保全するためには、その生物のみを保全するのではなく、その生息・生育環境そのもの、さらにはそれを成立させているシステムそのものを保全していく必要がある。本事例は、ケショウヤナギを保全するため、河床の変動を許容し、河川のシステムの保全をねらうものである。

5. まとめ

5. 1 事例の特徴

① 国立公園の特別保護地区内で、かつ文化財保護法による特別名勝特別天然記念物に指定されている地域における砂防事業である。

② 河川の自然環境の最大の特徴は、洪水や渇水により攪乱を受け、常に変化し続けているということである。ケショウヤナギはこのような変動があることにより生育できる植物であり、河川事業や砂防事業は通常河川の乱流や変動を安定化させようとする行為であるが、本事例は河道の変動を許容し、かつ河川事業や砂防事業が行った河川の自然環境保全をするための興味深い事例といえる。

5. 2 今後の対応

今後、既に設置された帯工によるケショウヤナギ群落への影響やその他自然環境への影響についてモニタリングを継続しながら、ミティゲーションを評価し、今後設置予定の施設計画、砂防事業へ反映する予定である。

引用・参考文献：

建設省北陸地方建設局 松本砂防工事事務所（1995）：上高地梓川河畔林保全に関する基礎調査

建設省北陸地方建設局 松本砂防工事事務所 西本晴男（ ）：上高地における自然にやさしい砂

防事業、土木技術 第48巻12号

建設省北陸地方建設局 松本砂防工事事務所 小合澤辰雄、丸山啓二郎：上高地の砂防事業と植生環境（ケショウヤナギの場合）について pp.301-304

建設省北陸地方建設局 松本砂防工事事務所 広瀬俊博 若田茂和 高橋至：上高地の自然環境影響調査について（植生について） pp.77-82

島谷幸宏（1996）：梓川 多自然型川づくり⑩ FRONT pp.64-67

建設省北陸地方建設局 松本砂防工事事務所・（財）砂防・地すべり技術センター（1998）：国立公園内における砂防施設計画調査業務報告書

【建設省松本砂防工事事務所，上高地環境影響調査関連報告書】

- 1) 昭和 60 年度 上高地地域砂防施設施工計画検討及び環境影響事前評価
- 2) 昭和 61 年度 上高地砂防施設検討業務
- 3) 昭和 62 年度 明神地区地下水動態調査業務委託
- 4) 昭和 62 年度 第 5 号帯工設置に伴う自然環境影響調査業務委託
- 5) 昭和 62 年度 溪流魚の遡上特性に関する基礎的調査業務委託
- 6) 昭和 62 年度 上高地砂防事業実態に伴う自然環境影響調査業務委託
- 7) 昭和 63 年度 上高地砂防施設計画検討業務委託
- 8) 昭和 63 年度 溪流魚の遡上に関する基礎的調査業務委託
- 9) 昭和 63 年度 第 5 号帯工設置に伴う自然環境影響調査業務委託
- 10) 昭和 63 年度 明神地区地下水動態調査業務委託
- 11) 昭和 63 年度 明神地区広域地下水動態
- 12) 昭和 63 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 13) 昭和 57 年度 上高地地区 54 年災害調査業務委託
- 14) 平成 1 年度 第 5 号帯工設置に伴う自然環境影響調査（その 2）業務委託
- 15) 平成 1 年度 第 5 号帯工設置に伴う自然環境影響調査業務委託
- 16) 平成 1 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託
- 17) 平成 1 年度 上高地砂防施設計画検討業務委託
- 18) 平成 2 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託
- 19) 平成 2 年度 第 5 号帯工設置に伴う自然環境影響調査業務委託
- 20) 平成 2 年度 第 5 号帯工設置に伴う自然環境影響調査（その 2）業務委託
- 21) 平成 2 年度 上高地砂防施設計画検討業務委託
- 22) 平成 3 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託
- 23) 平成 3 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 24) 平成 3 年度 上高地自然環境影響調査（その 2）業務委託
- 25) 平成 3 年度 上高地砂防施設計画検討業務委託
- 26) 平成 4 年度 上高地砂防施設計画検討業務委託
- 27) 平成 4 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 28) 平成 4 年度 上高地景観形成計画検討調査業務委託
- 29) 平成 4 年度 明神地区地下水調査業務委託
- 30) 平成 5 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託
- 31) 平成 5 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 32) 平成 6 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 33) 平成 6 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託
- 34) 平成 7 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 35) 平成 7 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託
- 36) 平成 8 年度 上高地自然環境影響調査業務委託
- 37) 平成 8 年度 明神地区地下水気象観測調査業務委託

事業主体：建設省北陸地方建設局松本砂防工事事務所
所在地：長野県松本市

II-7 計画から施工まで徹底したミティゲーション

1. ミティゲーションの背景と必要性

1. 1 長良川と中小藪地区の概要

長良川は、岐阜県郡上郡高鷲村の大日岳（標高 1,709m）に源を発し、吉田川、板取川等の支川を合わせて濃尾平野に出て、岐阜市において伊自良川を合流して南流、木曽川次いで揖斐川と並流し、これと合流した後伊勢湾に注ぐ。幹川流路延長 160km、流域面積 1,985k m² の一級河川である。ワンドを対象としてミティゲーションが行われた中小藪地区は、木曽川と長良川が並流する直上流長良川左岸 25.0km 付近に位置する（図-1）。河床勾配は 1/6,050 で典型的な自然堤防地帯に属し、周辺の氾濫原は江戸時代以降水田として開発されてきた。明治改修により長良川の付け替え、木曽川・長良川の分流が行われ、このとき設置されたケレップ水制が長い間止水的な環境を創出し、仔稚魚やタナゴ等の重要な生息場となってきた。

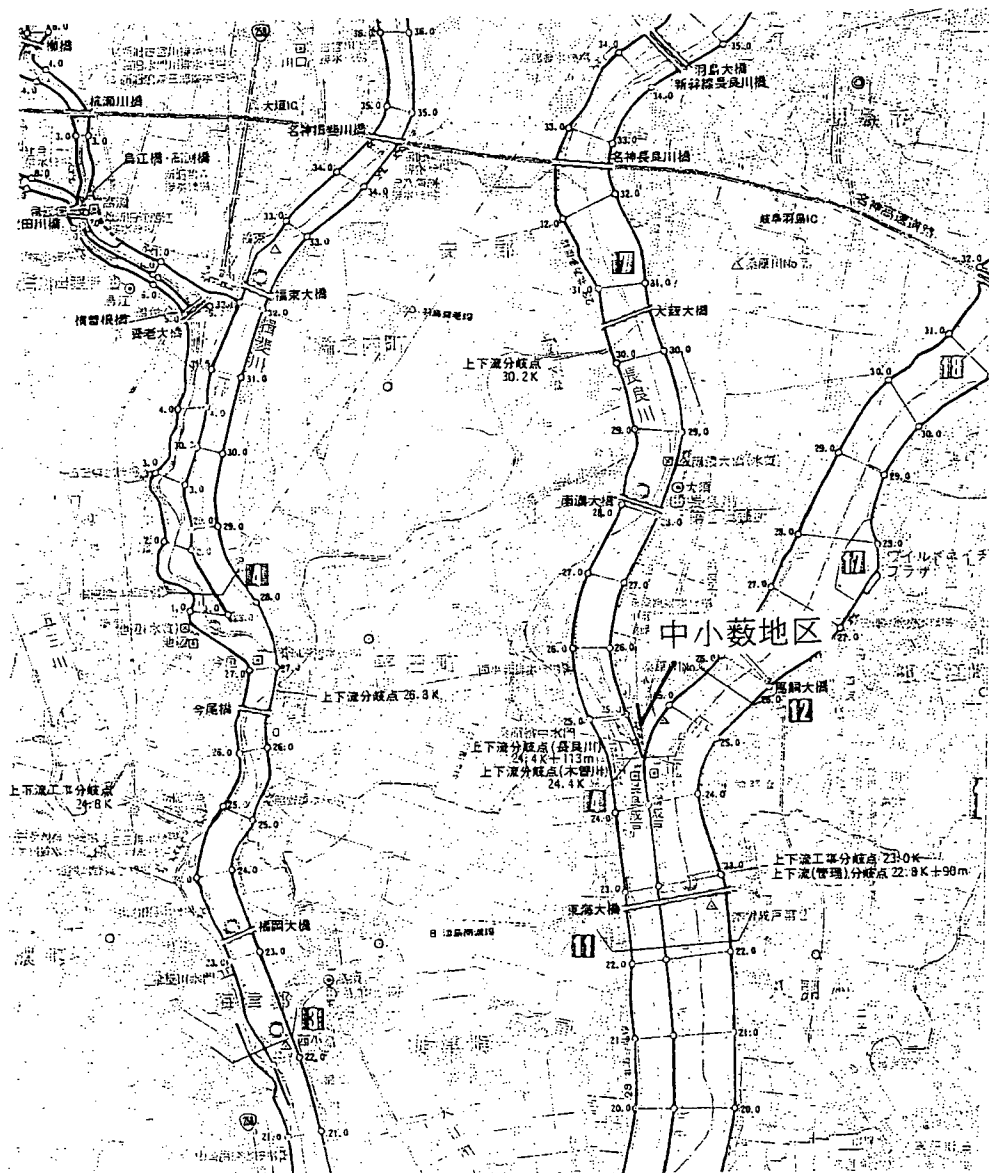


図-1 長良川中小藪地区位置図

1. 2 ケレップ水制とワンド

木曽三川では明治時代低水工事を中心とする改修が行われ、ケレップ水制が多数設置された(写真-1)。ケレップ水制は、ドールン、デレーケ等のオランダ人技術者によってもたらされ、砂河川の工法として発達した水制である。長良川下流で見られる典型的なワンドは、このケレップ水制間に生じた低流速域に土砂が堆積してできたものであり、土砂の堆積が進むと完全に埋没する運命にあるいわ

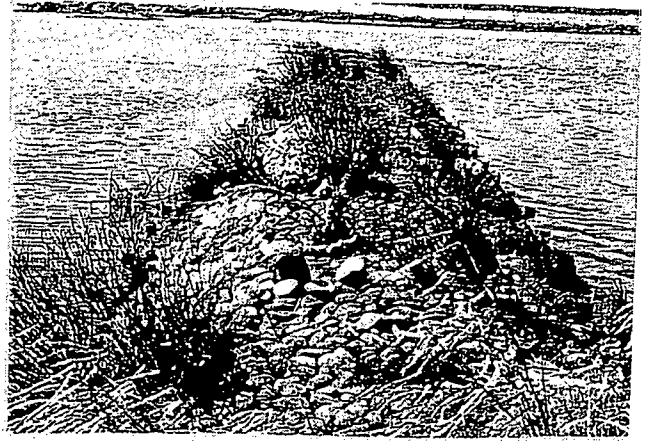


写真-1 中小藪地区の水制

ば物理的な遷移途上にある生物生息空間と言える。このタイプのワンドの寿命は場所により異なるが、ワンドの保全状態が良い木曽川を例にとると、砂の堆積が進み徐々に水面積が減少してきてはいるものの、未だにその形態を保っているものが多い。つまり、少なくとも100年近く形態が維持されてきた寿命の長い生息空間であり、このような環境に依存して生きてきた生物も少なからず存在するであろう。

写真-2は中小藪地区の昭和38年と平成元年における空中写真を示す。中小藪地区より下流にはケレップ水制が数多く設置され、昭和38年当時はケレップ水制周辺にワンドが多数存在し、水際線が複雑に入り組み多様な生息空間が形成されている。中小藪地区もこの時点では十分な土砂の堆積が起きていないためワンドと言えるような形状となっていない。しかし、昭和50年代後半から木曽川三川改修計画に基づく、高水護岸等による堤防の補強、高水敷の浸食防止のため低水護岸の整備が進み、数多く見られたワンドはその寿命を全うすることなく消えて行った。平成元年の時点では中小藪以外のワンドはほぼ全て消失し、長良川筋のワンドは絶滅寸前の状態となっている。

2 ミティゲーションの実際

2. 1 ミティゲーションの目標 — 徹底したミティゲーションを目指す —

木曽三川改修計画では、低水路法線が中小藪ワンドのほぼ中央をとる計画となっており、従来型の改修方法ではワンドの消失が免れない状況にあった。また、本地区は、下流水衝部に近く、排水機場にも隣接していること、また、旧河道であるため治水上問題のある場所であり低水護岸の設置は不可避な区間であった。

ミティゲーションを実施した木曽川上流工事事務所では、平成3年10月に学識経験者からなる「木曽三川上流多自然型川づくりパイロット工事検討会」を設置し、河川工学、魚類、昆虫、鳥類、植物の専門家から指導を受けながら検討を進めた。折しも多自然型川づくりがスタートした直後だったこともあり、検討会では、従来の工法であれば周辺環境を破壊してしまうところを、如何にして環境を保全しながら整備を行うかのテストケースと位置付け、計画から施工まで徹底したミティゲーションを行った。

2. 2 ミティゲーションの概要

では、具体的なミティゲーションの内容を見てみよう。本ミティゲーションは、ワンドそのものといった比較的面積の大きなものから、ワンド周辺の植物といった規模の小さいものまで、様々なスケールのものが保全の対象となっている。保全対象のスケールが大きいほど、事業の初期のレベル、すなわち、計画レベルでの対応が不可欠であるが、スケールが小さい場合には、設計、施工レベルでの対応も可能となる。

中小藪の場合でも、このようなミティゲーションを行う際の原則が良く守られ、全体として無駄のない調和のとれたものとなっている。

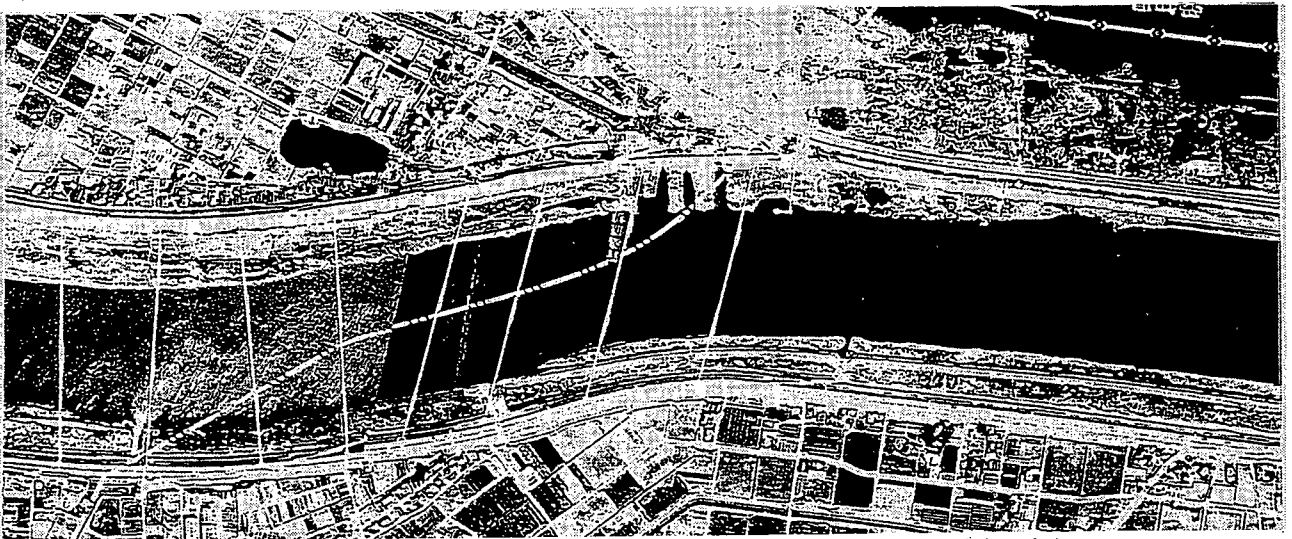
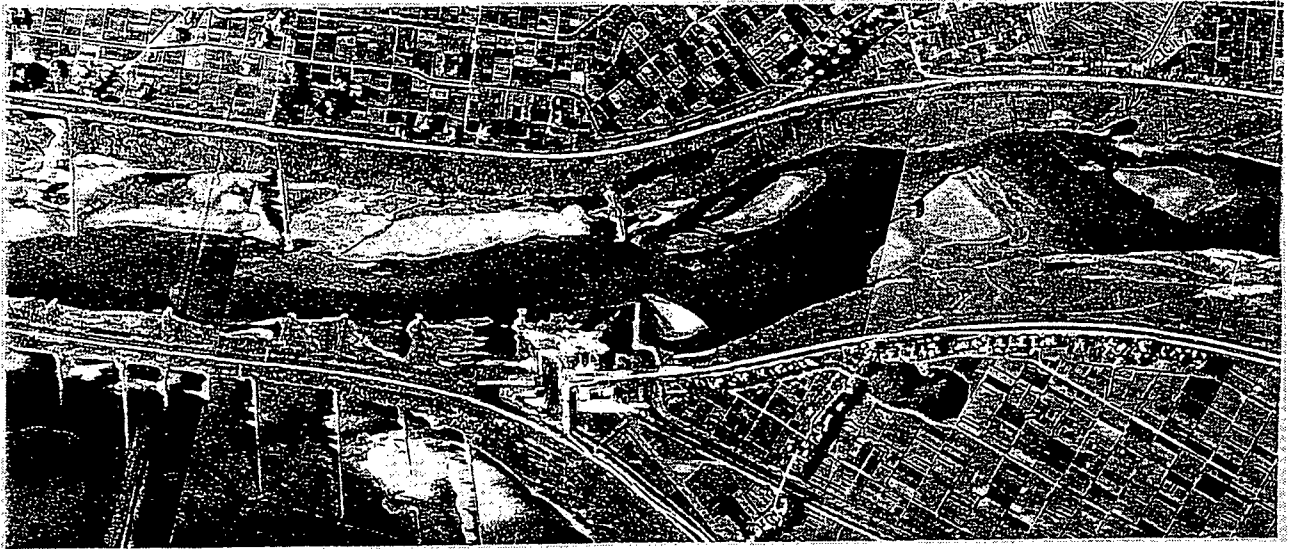


写真-2 中小藪地区周辺の空中写真(上:昭和38年、下:平成元年)

2. 2. 1 計画レベルでの対応

(1) 低水路法線の変更 — 抜本的な影響回避によるワンドの保全

木曽三川改修計画による低水護岸法線は現況ワンドの中心部をとる計画となっている

(図-2)。ここでは、本区間が比較的わずかな区間であり改修計画上問題がない範囲で、極力ワンドを残すよう堤防側に後退した法線を計画した。法線は矢板の打設により現況ヤナギの根株を切断しないよう幹より概ね2m離れた位置を目安とした。

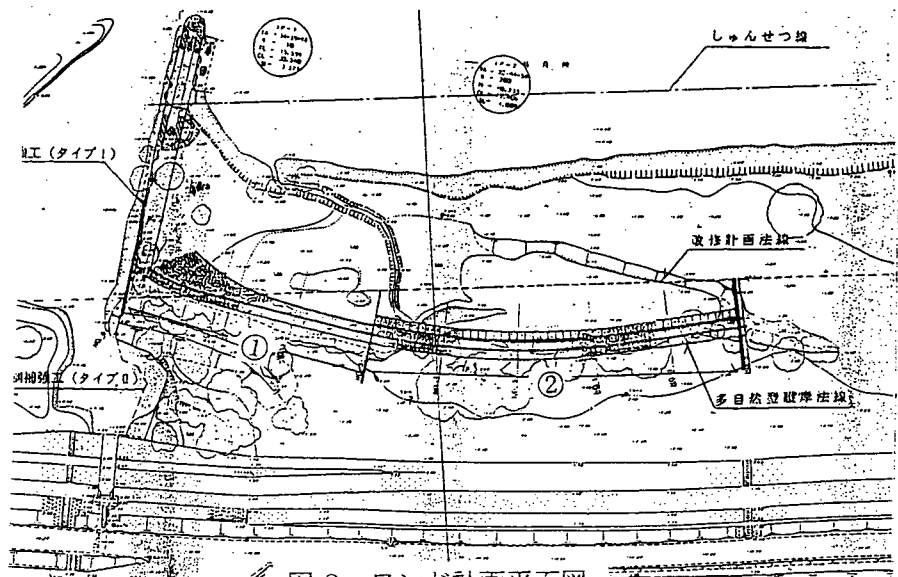


図-2 ワンド計画平面図

(2) 高水敷高の変更 — 段階施工で現況植生への影響回避

木曽三川改修計画によれば、本地点における低水護岸天端高は T. P. +3.4m 程度である。しかしながら本区域の現況高水敷高が T. P. +1.8m 程度であるため、計画高を遵守すれば現況植生を埋殺してしまうこととなる。将来的には計画高さまで盛土するが、現況に合わせた T. P. +1.8m で段階施工することとした。

2. 2. 2 設計レベルでの対応

(1) 綱矢板護岸の採用 — 環境インパクトの最小化

掘削土量を減らし環境インパクトの最小化を図るため、綱矢板による浸食防止工法を採用した。また、綱矢板の設置に際しては、矢板コーピングの頭部は玉石で覆い景観へ配慮するとともに、矢板上部に孔をあけ地下水の流動を可能とする構造とした。

(2) 前面護岸による水際線の工夫 — 多様な水際線の修復

綱矢板だけでは単調な水際線となることが避けられない。ここでは、綱矢板前面に更に護岸工を設置し空隙の確保を図った (図-3)。法覆工は空石張構造、根固工はコンクリート沈床とし、できるだけ大きな雑割石を詰めた。護岸天端にはふとんかごを設置し、植生の回復を助けるため発生土で被覆した。

2. 2. 3 施工レベルでの対応

(1) 仮設工 — 地被への攪乱の最小化

地被の攪乱は現況植生へのダメージだけでなく外来種の進入の原因ともなる。工事車両の無秩序な進入を防止するため、以下の2点の工夫を行った。

① 工事用資材置き場を植物の影響が少ない場所に設け、その地点から工事箇所へ二次運搬を行った。

② 工事用道路は現況の植生等の保全を考慮した法線とし (図-4)、工事終了後原形に復旧した。また、この面積を最小限にするため工事用道路は1車線とし、転回場を設けず、Uターンは仮設道路の部分的に幅が広い場所を利用するか、バックにて帰還することとした。

(2) 排水工 — 水質悪化、水位低下の最小化

工事中に発生する濁水は直接長良川本川に排水し、ワンド内の水質が悪化しないように注意した。また、沈床工及び詰杭工の施工時の水替は、ワンド全体の水位低下を防止するため施工部分の前面にトレンチシートパイルの打設、鉄板、土のうの設置を行い仮締切を行い部分的な水替を行った (写真-3、図-5)。トレンチシートパイル、鉄板にはビニールシートを張り付け、塗ってある錆止めオイルがワンド内に流出しないようにした。

(3) 矢板打設、玉石張、沈床工設置に伴う配慮

① 施工は全て陸側から

工事は全て陸側から行い、矢板の打設、沈床工の設置は大型、小型機種の組み合わせによりヤナギ越しに行い、ワンド内の環境に極力影響が生じないようにした (写真-4)。

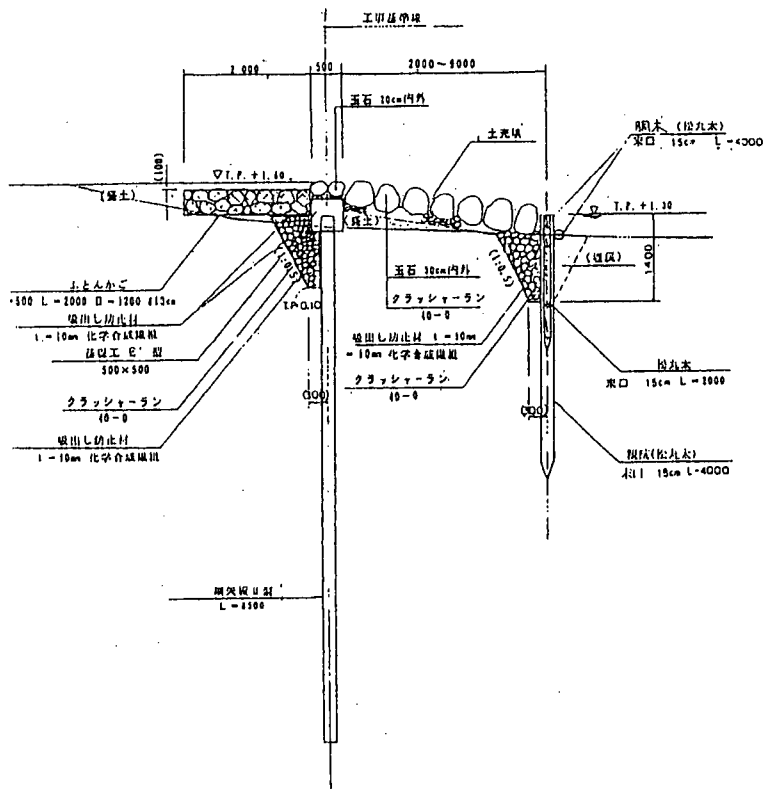
② 樹木への配慮

樹木の伐採を極力抑えるため、矢板法線付近で打ち込みに支障があるものに限り伐採した。横に伸びた木や枝は工事の支障があるものについてはやむを得ず伐採した。また、矢板をトラレーサーから横取りする場合、樹木越しに仮置きすることとなるため、木の枝をロープで縛る等、樹木に損害が生じないように配慮した。

③ 仮置き場の工夫

仮置き場が制限されていることから綱矢板の運搬は工程に合わせ、所定の数量をその都度

①断面



②断面

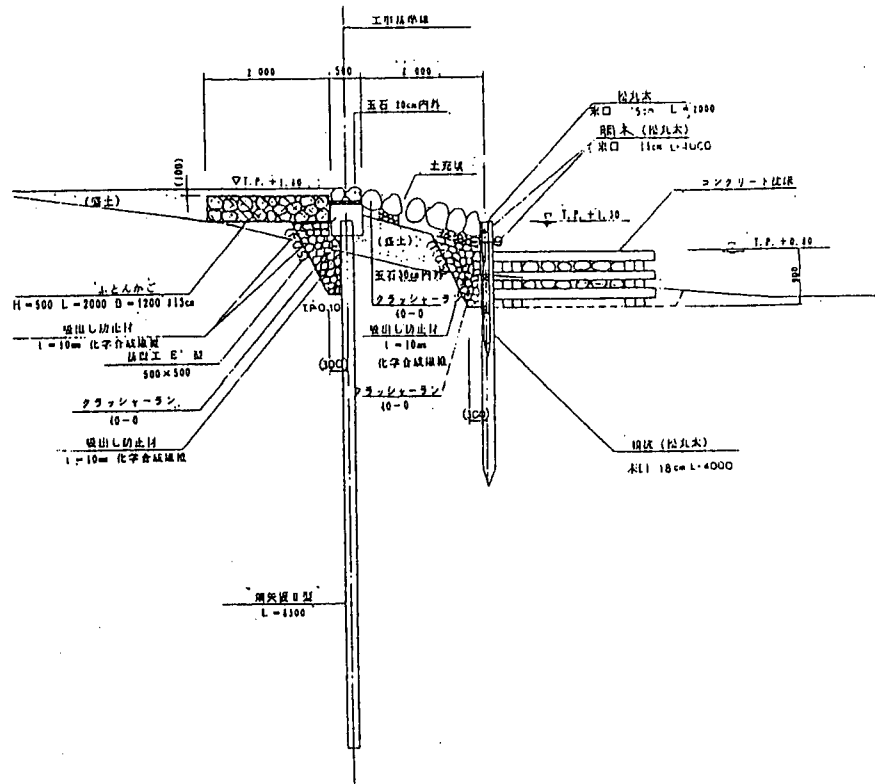


圖-3 橫断面圖

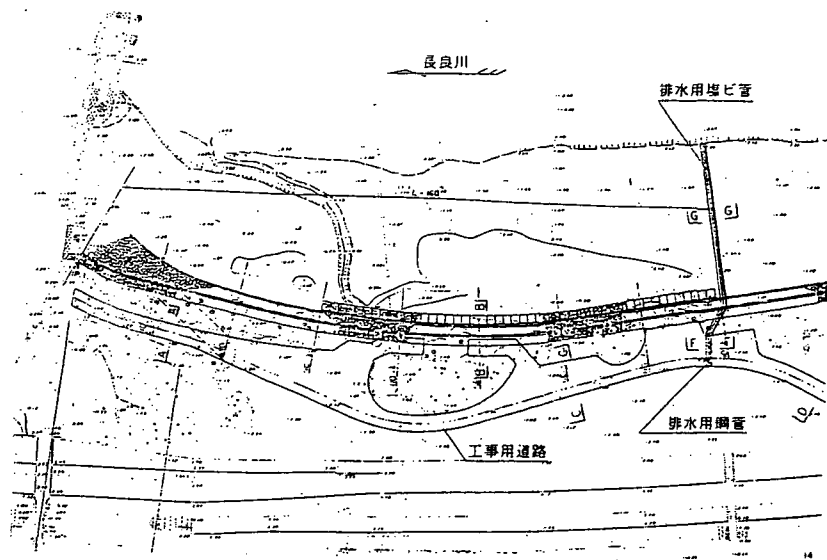


図-4 工事用道路と排水工

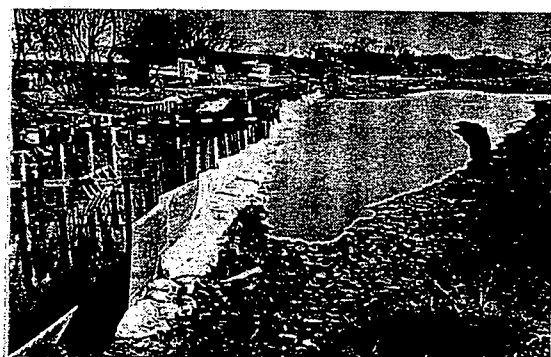


写真-3 トレンチシートパイル、鉄板土のうによる仮締切

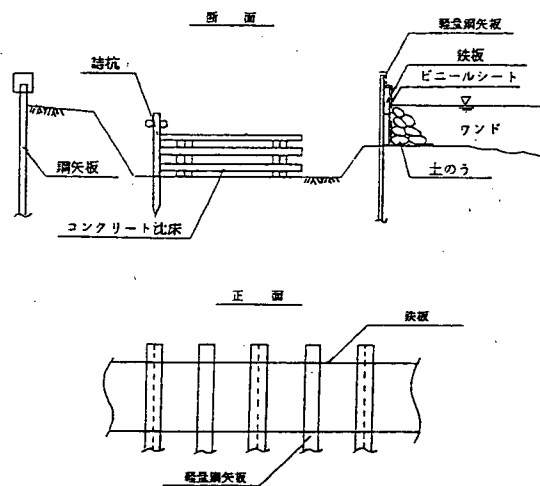


図-5 仮締切の断面図



写真-4 ヤナギ越しに行っているシートパイルの打設

入荷させた。入荷した矢板はトレーラーからクレーンで直取りして、矢板の打ち込み位置前面に仮置きする方法を取った。この仮置き場は、法線前面で玉石張・沈床工を施工する場所であり余分な環境へのインパクトがない。

2. 4 モニタリング

事業の効果や反省点を明確にするため、事前・事後調査だけでなく施工中もワンド内の水質や底質を中心としたモニタリングを実施している。事前・事後調査では、植生、哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、魚介類、昆虫類、底生動物、水質等様々な項目についてモニタリングを行っている。

3. ミティゲーションの評価

現地を訪れてみると、ワンド内の水面には一面ヒシが繁茂し、対岸の水辺にはヨシやマコモが、堤防側の水辺にはこの場の重要な景観要素であるヤナギが良く保全されている（写真-5）。この風景を一見しただけでは数年前に工事があったことには気が付かないかも知れない（写真-6）。ミティゲーションまずは成功と言えるだろう。

このような成功は、計画から施工まで徹底したミティゲーションを行っていることにあるが、特に、計画レベルでの対応により、改修による影響そのものを回避し、水面積の減少が見られなかったことは最も評価すべき点である。低水路法線の変更は本ミティゲーションにおける重要なポイントであり、これによってミティゲーションの7・8割は成功したと言っても過言ではないだろう。

水際における空隙の確保等設計レベルでの細かい配慮についてはその効果を定量的に測ることは難しいが、通常の改修方法なら植物の繁茂が不可能な場所が緑で覆われている状況を見れば、護岸構造や天端の覆土等の細かい工夫による影響の最小化は成功したと言える。詰杭、根固工における空隙の確保については、ギン

ブナ、タイリクバラタナゴ、モツゴ、テナガエビ等を優占種とする生物相に大きな変化が認められないことから、ワンドの生息空間としての機能に大きな変化はなかったものと考えられる。ただし、長良川河口堰を運用してからは、水の出入りや水位の状況等が変化し、生息空間の質的变化が生じた可能性があるため、河口堰運用後のデータからミティゲーションの



写真-5 保全されたヤナギ

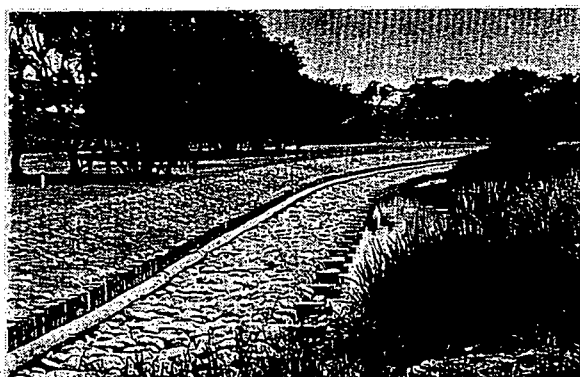


写真-6 事業直後と最近の状況

評価を行うことは難しい問題がある。ワンドにおける水位変動や水循環の意味が学問レベルで明らかになればより適正な評価ができるようになるであろう。

この事例で課題を挙げるとすれば施工レベルでの対応であろう。ヤナギの保全は概ね成功したが、仮締切や仮設道路等では少々問題が生じている。まず、仮締切では、施工中にワンドの水位が低下し、溶存酸素の低下、SSの増加等が見られ一時的にせよ工事による影響が生じた。実態としては、水生生物への顕著な影響はなかったようだが、ワンド内に例えば保全上重要な種が生息している場合にはより慎重な対応が求められるであろう。また、工事用道路を設置し一旦裸地化した場所やその周辺ではセイタカアワダチソウ、アレチハナガサ等の荒地性の帰化植物が進入し、現在でもあちこちに繁茂している。時間の経過に伴い在来の水辺草本群落が増えてきているのも確かだが、苦勞して攪乱面積を減らしたことによりどの程度の効果があったかについては本事例からだけでは判断することが難しい。今後の検討課題としたい。

4. まとめ

本ミティゲーションはあくまでもテストケースという位置付けであり、考え付くミティゲーションのメニューは全て行ったところに大きな特徴がある。つまり、費用や便益、施工性といった事業の効率性ではなく、全く純粋な保全技術的な観点からミティゲーションの手法を組立て行った。

効率性といった観点を含めこの事業を振り返って見ると、計画、設計レベルでは問題は十分目標を達成していると考えられる。しかし、施工レベルで行ったきめ細かい対応は、もしかすると本事例の場合には必要なかったかも知れない。どのような場合に施工時のきめ細かい配慮を行うかは、いろいろなケースがあり一概には言えないが、工事が長期に及ぶ場合や広範囲な場合、また、そうでなくても、対象地に保全上重要な種、特に、個体レベルで保全を図る種が生息する場合には、重要となろう。

いずれにしても、多自然型川づくり創世の時代に、計画から施工まで徹底したミティゲーションを試験的に行ったことはその後の効率的なミティゲーションを進める上で大変参考になったはずである。今後に期待したい。

参考文献

平成3年度長良川中小藪地区多自然型川づくり検討業務委託報告書(1992)、河川環境管理財団
多自然型護岸及び魚にやさしい護岸の追跡調査報告書(1993)、朝日コンサルタント

その他

・施工中の写真、空中写真、平面、横断図等は全て借用したものです。

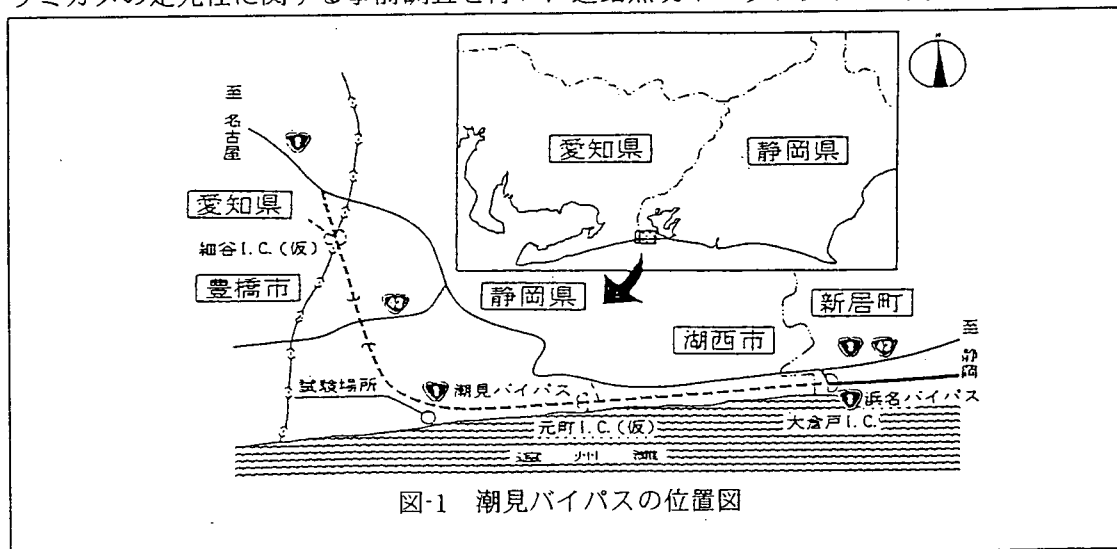
Ⅱ-8 事前実験による道路照明のアカウミガメへの影響緩和 ～国道1号線・潮見バイパスの新設～

1. ミティゲーションの背景と必要性

近年、自然環境に対する社会的な意識が高まり、第 11 次道路整備五箇年計画において「人と自然にやさしい道づくり」が重点施策にあげられ、国道 1 号線・潮見バイパス（以下、潮見バイパスと言う）についても「人と自然にやさしい道づくり」対策が行われた。

潮見バイパスは、静岡県内の浜名バイパスの接点を起点とし、愛知県内で国道1号に接続する延長5.9kmのバイパスであり、渋滞解消などを目的として、平成8年6月に開通した(図-1)。潮見バイパスは、浜名湖県立自然公園遠州灘海岸地域に隣接しており、遠州灘海岸はアカウミガメの産卵場となっている。アカウミガメは、希少種に選定されており^{文献1)}、保全の必要がある。アカウミガメは、甲長1m、体重159kg~400kgで、太平洋、インド洋、大西洋、地中海の温帯から熱帯地方までの海洋に分布している^{文献2)}。親ガメは、5~7月頃砂浜に上陸し、数十cmの穴を掘り産卵し、1回に120匹程度産卵し、2週間間隔で数回行われる^{文献2)}。一方、子ガメは8~10週間でふ化し、20~30匹ずつ這い上がる^{文献1,2)}。アカウミガメにとって、道路照明や自動車のヘッドライトは、ふ化した子ガメが海に戻ることや、親ガメが上陸・産卵することを阻害するのではないかとされている。

ここでは潮見バイパスの供用によって、道路照明や自動車のヘッドライトがアカウミガメに及ぼす走光性^{注1)}の影響に着目して、建設省中部地方建設局浜松工事事務所では、アカウミガメの走光性に関する事前調査を行い、道路照明やヘッドライトの対策を行った。



2. ミティゲーションの目的

道路照明や自動車のヘッドライトが、アカウミガメの上陸・産卵を阻害したり、ふ化した子ガメが海に戻るのを阻害する要因であると言われている。アカウミガメの走光性を事前に調査し、影響の少ない道路照明の整備ならびにヘッドライト対策を実施することを目的とした。

3. ミティゲーションのスケジュール

ミティゲーションでは、①モニタリング、②道路照明実験、③検討委員会、④聞き取り調査を行った（表-1）。

表-1 ミティゲーションのスケジュール

期間(年度)	H4	H5	H6	H7	H8
項目					
モニタリング					
道路照明実験					
検討委員会					
聞き取り調査	随	時			

4. ミティゲーションの実際

4. 1 モニタリング

アカウミガメの産卵の現状を把握するために、平成4年度より、アカウミガメ観察保護団体が毎年産卵頭数を調べた。

4. 2 道路照明実験

子ガメは、ふ化後、道路照明に走光性を示す危険性があるため、照明別、照度別の子ガメの走光性を事前に確認することを目的として実験を行った。

4. 2. 1 事前試験 (照明灯)

(1) 試験目的

照明がない状態で子ガメの拡散状況を確認したうえで、一般に使用されている道路照明灯別の子ガメの走光性を確認する。

(2) 試験方法

試験装置は、アメリカ・フロリダ海洋調査研究所の試験装置を参考としたL字型の試験装置を用いた(図-2)。試験装置中心部の暗室に子ガメを投入し、一定時間が経過したら差込板を開け、海側の通路と照明側の通路のどちらに誘引されるか調べる。通路最後には、トラップがありここで確保し、誘引された個体数を調べる。試験装置の中心部の照度は、浜名バイパスの高圧ナトリウム灯設置場所の道路境界部の最大照度である5ルクス^{注2)}とした。8種類の照明灯を用いて試験を行った(照明灯の種類については、結果と合わせて表-2に示す)。

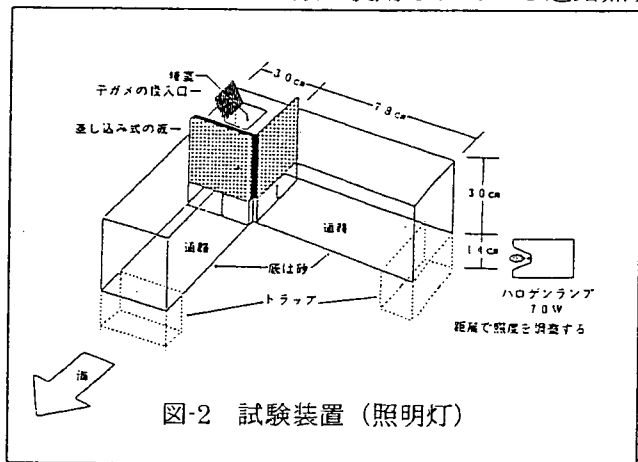


図-2 試験装置 (照明灯)

(3) 試験結果

蛍光灯紫外線^{注3)}除去フィルム付き、高圧ナトリウム灯紫外線除去フィルム付き、低圧ナトリウム灯は、照明がない状態の行動と比較して統計学的に走光性を示さないことが確認された。特に、低圧ナトリウム灯は、照明がない状態の行動に近かった(表-2)。

(4) 考察

アカウミガメが走光性を示すのは500nm^{注4)}以下の波長と報告されている^{文献4)}。今回の試験から、500nm以下の波長を持たない低圧ナトリウム灯は走光性を示さなかった。波長と走光性の関係については、蛍光灯、高圧ナトリウム灯では、紫外線除去フィルムを設置し、380nm

表-2 事前試験の結果

照明灯の種類	試験結果 走光性有× 走光性無○	本試験 での採用
水銀灯	×	×
白熱灯	×	×
白熱灯紫外線除去フィルム付き	×	×
蛍光灯	×	×
蛍光灯紫外線除去フィルム付き	○	×
高圧ナトリウム灯	×	×
高圧ナトリウム灯紫外線除去フィルム付き	○	○
低圧ナトリウム灯	○	○

以下の紫外線域の波長を除去することで走光性を示さないことが確認された。また、走光性と照度の関係については、蛍光灯紫外線除去フィルム付き、高圧ナトリウム灯紫外線除去フィルム付き、低圧ナトリウム灯では5ルクスまで走光性を示さないことが確認された。本試験では、走光性を示さなかった3種類の照明灯のうち、子ガメの誘引率が高かった蛍光灯紫外線除去フィルムつきを除いた2種類の照明灯を用いることとした。

4. 2. 2 事前試験（照度）

（1）試験目的

照明がない状態での子ガメの拡散状況を確認したうえで、照度別による子ガメの走光性を確認する。

（2）試験方法

試験装置、試験方法は、4. 2. 1と同様であるが、ここで用いる照明灯は、子ガメが走光性を示すという報告のある文献⁴⁾500nm以下の波長の多いハロゲンランプを用いて、照度を変えた子ガメの走光性を調べた（図-3）。

（3）試験結果と考察

照明がない状態の行動と比較して、統計学的に走光性を示さない照度は、0.5ルクス以下であることが確認された。照度試験で用いたハロゲンランプは、子ガメに対して走光性を示すと言われている文献⁴⁾500nm以下の波長の多いランプであるため、ここで求めた走光性を示さない照度は、他の照明灯による走光性の目安となるものと考えられる。

4. 2. 3 本試験

（1）試験目的

事前試験において走光性がないことが確認された照明を、実際の道路照明に近い形で設置し、照明がない状態で子ガメの拡散状況を確認したうえで、子ガメの走光性を確認する。

（2）試験方法

試験装置は、図-4に示す。照明灯は実際の設置状況に類似した高さ5.5m、幅5.4mに5本の照明灯を設置し、照明灯は海側と向かい合っている。照明灯と海の間には、子ガメを放す8mのサークルを設置し、サークル中心部の照度は、1.2ルクスになるように設置した。1.2ルクスは、浜名バイパス大倉戸インター付近の照明と産卵可能場所の最大照度である。子ガメをサークル中心部の容器に入れ、一定時間が経過したら容器を取り除き、子ガメが海側、照明側のどちらに誘引されるか調べる。道路照明灯は、①高圧ナトリウム灯、②高圧ナトリウム灯カットルーバ^{注5)}付き、③高圧ナトリウム灯紫外線除去フィルム付き、④低圧ナトリウム灯の4種類の照明灯を用いた。

（3）試験結果

②高圧ナトリウム灯カットルーバ付き、③高圧ナトリウム灯紫外線除去付き、④低圧ナ

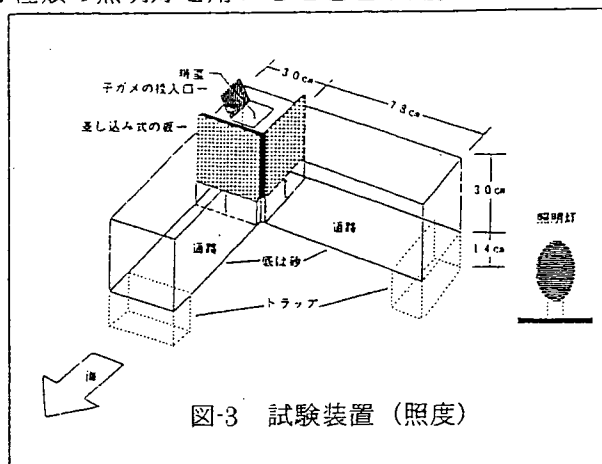


図-3 試験装置（照度）

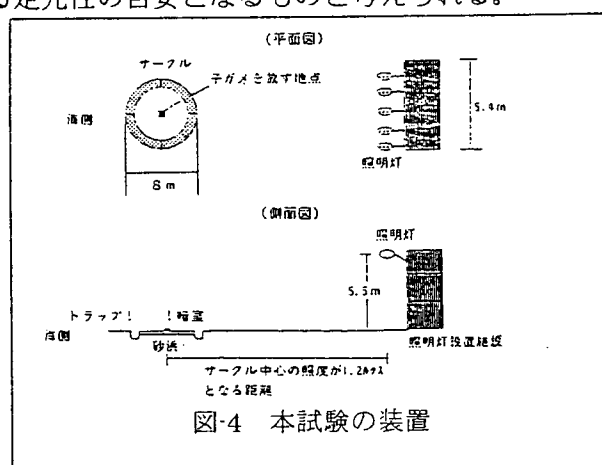


図-4 本試験の装置

トリウム灯は、照明がない状態の行動と比較して、統計学的に走光性を示さなかった。

(4) 子ガメに対する道路照明の影響についての考察 (事前試験、本試験)

- ・高圧ナトリウム灯紫外線除去フィルム付き、低圧ナトリウム灯は、5 ルクスの照度まで走光性を示さない。
- ・高圧ナトリウム灯カッターバは、0.5 ルクスまで走光性を示さないことが確認された。
- ・高圧ナトリウム灯の照度による走光性の関係は、1.2 ルクスでは走光性を示したが、カッターバをつけて 0.25 ルクスまで落とすと、走光性を示さない。
- ・高圧ナトリウム灯における紫外線除去と走光性の関係は、紫外線除去フィルムを設置した場合、統計学的に走光性を示さないことが確認されたが、照度は落ちる。

4. 3 聞き取り調査

(1) 調査目的

親ガメに対して上陸・産卵を阻害する光の要因を把握するため、聞き取り調査を行った。

(2) 調査方法

アカウミガメの上陸が確認されている湖西市、新居町・舞阪町、御前崎町、屋久島の 4 箇所について、現地調査、資料調査を行った。

(3) 調査結果

- ・道路照明などの固定された光 (0.05 ルクス～2.3 ルクス) の周辺でも産卵があることがわかった
- ・ヘッドライトなどの動く光が見える地点で、交通量の多い場所では産卵が少ない
- ・親ガメは産卵の時、道路照明などの固定された光よりも、ヘッドライトなどの動く光に対する影響が強いと考えられる。

4. 4 分析と影響予測

本試験の結果から、アカウミガメの子ガメに対して走光性を示さないことが確認された 3 種類の照明の特徴と評価結果を表・3 に示す。

表・3 3 種類の照明灯の特徴と総合評価

	高圧ナトリウム灯カッターバ付き	高圧ナトリウム灯紫外線除去フィルム付き	低圧ナトリウム灯
アカウミガメに対する影響 (波長、照度)	主な波長域 560～620nm 付近で、500nm 以下に波長域がある。カッターバで照度を落とすことにより、子ガメに対する影響を少なくすることができる	高圧ナトリウム灯の波長のうち 380nm 以下の紫外線域の波長がカットされ、500nm 以下の波長が少なくなる	波長は 580nm 付近の短波長で、子ガメに対する影響が少ない
その他 (交通安全、演色性 ^{注6)})	演色性が比較的良好、自動車専用道路、都市内道路、都市間道路など広い用途での使用に適する。民家や商店などの近くでも使用できる	除去フィルムの色に見え演色性が悪い。照度も高圧ナトリウム灯に比べて低くなる。道路照明としての使用例はない	演色性は悪いが、形状の識別に優れているため、自動車専用道路、トンネル内などでの使用に適している。
総合評価	カッターバにより砂浜の照度を落とし、子ガメに対する影響を少なくすることができる。また、演色性が比較的良好ことから、 平面道路部 に適している	3 種類の照明のなかで子ガメの誘引率が最も高く、演色性も悪いことから、交通安全上の問題もあり、使用の対象としない	580nm 付近の単波長で子ガメに対する影響が少ない。演色性は悪いが、形状の識別に優れているため、自動車専用道路として利用を考えている 高架部 に適している

4. 5 目標設定

潮見バイパスの供用後、アカウミガメの産卵が減少しないように、また、子ガメが海に戻れるように光の影響軽減対策を行う。

4. 6 計画・設計の特徴

4. 6. 1 平面道路における照明灯

高架下の平面道路の交差点（6箇所）においては、高圧ナトリウム灯カッターバ付きを採用した。歩行者の利用などの観点から演色性の比較的良好な高圧ナトリウム灯を使用し、砂浜の照度を落とし、子ガメに対する影響を少なくするためカッターバを付けた（図-5）。

4. 6. 2 高架部における照明灯

インターチェンジ出入り口付近は、低圧ナトリウム灯を採用した。低圧ナトリウム灯は演色性は悪いが形状の識別に優れていることから、安全かつ円滑な交通が確保できる（図-6）。

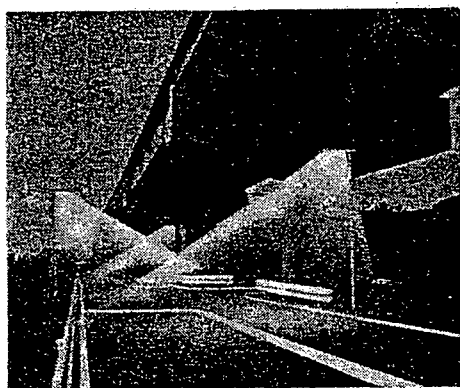


図-5 平面道路における照明灯

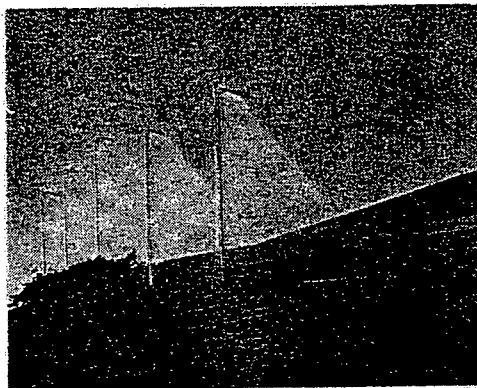


図-6 高架部における照明灯

4. 6. 3 ヘッドライトの遮光対策

高架部については、壁高欄が設置されていることから、ヘッドライトの光が直接、砂浜に当たることはなく、特に遮光対策は行わなかった。また、盛土部については、ヘッドライトの光が直接砂浜に当たる区間では、のり面に防砂柵を兼ねた遮光板による遮光対策を行った。また、遮光板に合わせて植栽することにより、道路景観を考慮した（図-7）。

4. 7 学識経験者などの関与

学識経験者をはじめ自然保護団体および行政関係者をメンバーとする検討会を設置し、その提言を受けながら資料収集ならびに調査を行った。

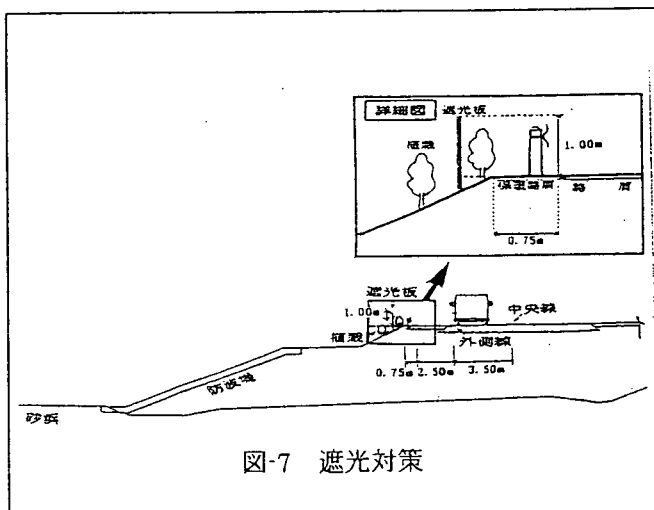


図-7 遮光対策

5. まとめ

5. 1 事例の特徴

- ・自然保護団体、学識経験者からの提言を受けて、対策を行った。
- ・親ガメ、子ガメの走光性について個別に検討し、子ガメについては、照明実験を行い、親ガメについて聞き取り調査を行った。その結果、子ガメについては道路照明対策を行い、親ガメについてはヘッドライトの遮光対策を行った。
- ・その他の対策として、海岸への車の乗り入れ規制（県は湖西市、新居町海岸については平成6年12月1日より規制）を行った。

5. 2 今後の対応

供用後も、モニタリング調査を行い、アカウミガメの産卵状況を確認していく予定である。

謝辞：

本資料をまとめるにあたり、建設省中部地方建設局浜松工事事務所には多くの資料を提供いただき、また同事務所の吉岡淳事務所長、八田文夫課長、内藤正仁係長には、ミティゲーションの状況について詳細なヒアリングをさせていただいた。ここに記して感謝する。

注 釈

- 注1) 動物が刺激源に対して、その刺激源に向かうか、あるいは反対方向に向かうなど、一定の方向性を示すことを走性といい、この刺激源が光である場合を走光性という。例えば、子ガメが道路照明に向かうことや、親ガメがヘッドライトを嫌がり上陸・産卵しないことが走光性である。
- 注2) ルクスとは、国際度量総会で定められた明るさの単位である。
- 注3) 紫外線とは、X線と可視光線の間にある電磁波で波長10nm～380nmであり、動物の走光性に大きく影響を与えているとされている。
- 注4) nmとは、10億分の1mである。
- 注5) カットルーバとは、照明の灯具に遮光を目的とした板を設置して、照射対象場所以外に光がこぼれることを防ぐ器具である。
- 注6) 演色性とは、照明の波長によって物の色が変化して見える特性をいい、自然光に近いほど色の見え方がよく、演色性はよい。

参考文献

- 文献1) 環境庁(1991)：日本の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブック脊椎動物編、第1版、財団法人自然環境研究センター、東京
- 文献2) 松井孝爾(1985)：日本の両生類・爬虫類、第1版、小学館、東京
- 文献3) 日高敏隆監修(1996)：日本動物大百科第5巻両生類・爬虫類・軟骨魚類、第1版、平凡社、東京
- 文献4) Witherington (1991)：Copeia, 1991(4)、1060-1069
- 文献4) 建設省中部地方建設局浜松工事事務所：アカウミガメにやさしい道づくり（パンフレット）
- 文献5) 石川秀幸(1995)：第44回中部地方建設局技術報告会、アカウミガメにやさしい道づくり
- 文献6) 社団法人照明学会編(1997)：大学課程照明工学（新版）第1版、オーム社、東京

近畿地方最大級のツバメねぐらの保全

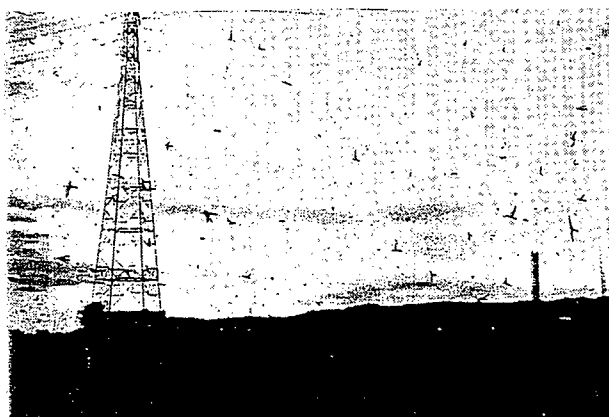
～一般国道1号改築事業 洛南道路建設に伴う宇治川植生移植～

1. ミティゲーションの背景と必要性

1993年より改築事業が始まっている洛南道路は、国道1号線の京都市伏見区横大路下三栖から京都府久世郡久御山町森までの、延長3.3kmの区間である。この道路が宇治川を渡る箇所は宇治川橋（L=1,080m）が架橋されることとなり、橋脚建設のため、河川敷内のヨシなどからなる植生の一部改変が避けられない状況となった。

この植生は、淀川上流域最大規模のヨシ原（約40ha）であり、近年減少しつつある低湿地特有の植生が見られる場所である（文献1、文献2）。また、1973年に発見されてから、継続的にツバメの集団ねぐら形成が確認されている場所で、京都盆地ではここ以外にツバメのねぐらは見つかっておらず、おそらく京都盆地のツバメの大部分がこの場所を集団ねぐらとして利用していると考えられている（文献6）。その自然環境の重要性は広く認められ、日本の重要な植物群落「金井戸のヨシ原」（文献8、1980年 環境庁）として、また、淀川水系河川環境管理基本計画（1990年、平成2年3月）における「自然ゾーン」の最重要地点に指定されている。道路事業の実施に際しては、1984年（昭和59年）頃に日本野鳥会京都支部からねぐらの保全を求める意見が出されていた。

このような背景のもと、事業主体である建設省京都国道工事事務所では、学識経験者からなる検討会の指導を受けながら、大規模なヨシ原の移植を中心としたミティゲーションを実施した。



ヨシ原に舞うツバメ ※文献3より引用

補足説明：ツバメの集団ねぐらとは、

ツバメ類は、渡来直後から繁殖開始までと繁殖終了後の夏から秋にかけて、特定の場所に集まり就埒する。この場所を集団ねぐらという。日本において、ツバメの集団ねぐらは一般的に広いヨシ原にみられる。（文献7）

2. ミティゲーションの目的

ミティゲーションを行う上で、①ツバメの集団ねぐらとしての機能持続、②貴重な植物を含む低湿地特有の植生保全、という2つの目的を掲げて、事前調査、計画作成、移植実施、モニタリングといった一連の項目が実施された。

3. ミティゲーションのスケジュール

期間 (年度)	1984～88 (昭59～63)	1991 (平成3)	1992 (平成4)	1993 (平成5)	1994 ～ 2000 (平成6 ～ 平成12年)
	事前調査	橋脚施工実施			
		ミティゲーション実施			
					モニタリングの実施 … 継続 …

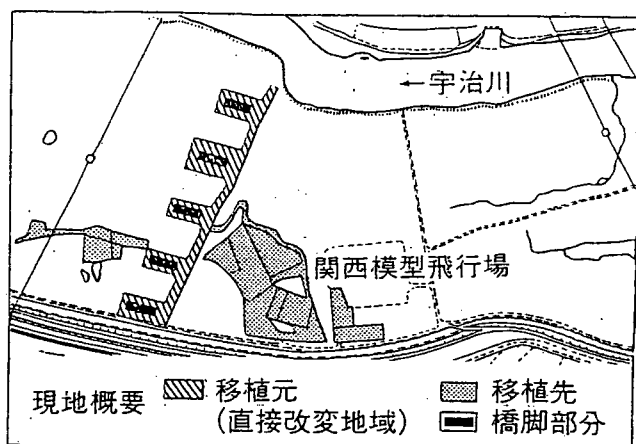


図1 ミティゲーション実施位置図

※文献3より引用

4. ミティゲーションの実際

4. 1 事前調査

1984年（昭和59年）から1988年（昭和63年）まで、ミティゲーションに必要な基礎資料を収集するため植生調査及び鳥類の生息状況調査が行なわれた。

4. 2 分析と影響予測

調査の結果、ツバメのねぐらは春から秋まで利用するツバメの数や、ねぐらの位置が変化した。建設予定地には、調査期間中に大きなねぐらが形成されていたことが確認されており、橋梁の建設により、ツバメのねぐらに良好なヨシ原

を東西に分断することが明らかになった。その結果、ツバメのねぐら形成場所としての機能が失われる可能性が考えられた。また植生調査により、現地には低湿地に成立する植生（ミコシガヤやミゾコウジなど貴重な植物を含む）が見られ、橋脚工事によって、このような植生の一部が失われることが予想された。

4. 3 目標設定と方法

① ツバメの集団ねぐらとしての機能持続

・ヨシ原の面積の保存

建設予定地にあるヨシを中心とした低湿地の植生を、周辺の裸地など、植生が荒廃している部分へ移植して、面積の減少を代替する。移植元約1.6haを植生荒廃地約2.5haに移植。

・ヨシ原の連続的な広がりの保存

周辺の植生が荒廃している部分へヨシを移植して、ヨシ原の面的な繋がりを回復させ、橋梁建設によるヨシ原の分断を別の箇所でも補償することにより、ツバメのねぐら場所としての質を維持する（図1）。

② 貴重な植物を含む低湿地特有の植生保全

貴重種（環境庁の重要な植物群落の指定時に貴重種として記載された種や分布の稀な種）、重要種（低湿地の植物群落の優占種やその随伴種）が生育する植生の保存。移植に低湿地の植物の根茎や埋土種子を含む表土を用いることで、移植元の植生を復元する。

4. 4 移植方法

移植先では、事前ボーリング調査を行って地下水位が調べられ、ヨシを含む低湿地の植生が成立するように地盤高を設定するとともに、保水力のある田土を植栽基盤に導入してから移植が開始された。移植は橋脚施工と並行して段階的に行われ、移植結果を見ながら年度毎に移植方法が変えられた（図2）。

また、年度毎に、移植先に対する移植元土壌の混入割合（体積比）を変えて施工した。

1991年（平成3年度）…ヨシ株植え法、ヨシ撒き出し法、オギ撒き出し法（計約0.7ha）

1992年（平成4年度）…ヨシ株植え法、ヨシ撒き出し法、オギ撒き出し法（計約1.2ha）

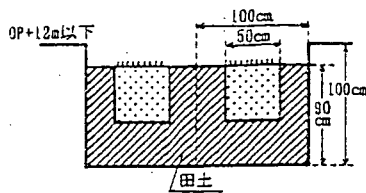
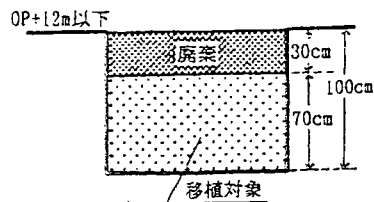
1993年（平成5年度）…ヨシ撒き出し法、ヨシ表土廃棄撒き出し法（計約0.6ha）

最終的には移植元約1.6haを植生荒廃地約2.5haに移植した。

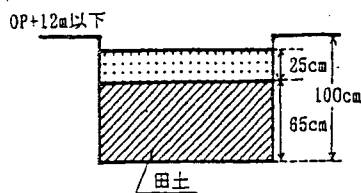
4. 5 工事中の配慮

施工に当たっては、資材置場については貴重種の分布域を避け高水敷の裸地部分に設置したこと、低騒音・低振動型の機器を使用したことなどの配慮がなされた。また、移植はツバメのねぐらの形成時期を避けてヨシを刈り取った後の11月から2月の間で行われた。

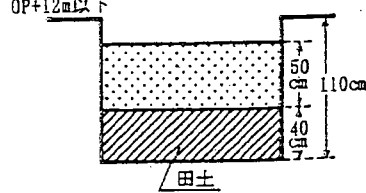
株植え法は、ヨシ等の根茎を含む移植元の表土をブロック状に切り出し、移植先のあらかじめ地盤高を設定し掘り込んで田土を入れた場所に配置した。撒き出し法は、ヨシ等の根茎を含む移植元の表土を約50cmの厚さですき取り、移植先に巻きだした。表土廃棄撒き出し法は、ヨシの純群落を形成するために、オキや外来陸上植物の根茎や種子を含む表土30cmをあらかじめ除いて、その下のヨシの根茎を含む表土をすき取り、移植先に撒き出した。



ヨシ株植え法



ヨシ撒き出し法



ヨシ表土廃棄撒き出し法

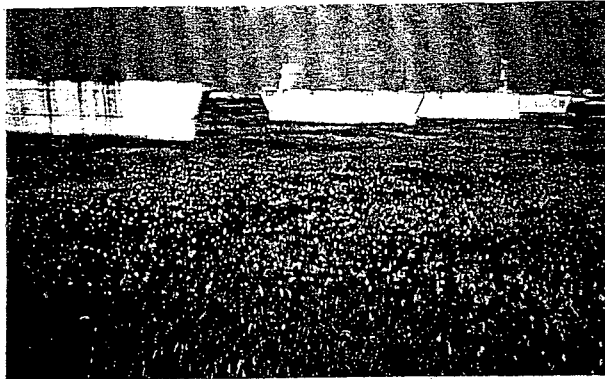
図2 移植方法の概要 (移植地の模式断面図)

※文献3より引用



ヨシ撒き出し後状況

※京都国道工事事務所工事写真集より引用



移植4年後の状況 (1997年10月)

4. 6 モニタリング

4. 6. 1 植生モニタリング調査: 1992年 (平成4年) ~ 2001年 (平成12年)

- ・ヨシ地上茎等の計測 (草丈、生育密度等)
- ・ヨシ地下茎掘り取り計測
- ・相観植生図作成
- ・移植地の出現種確認とその被度、群度計測

モニタリング結果

- ・移植地のヨシは草丈、密度ともに既存のヨシ群落に (コントロール) に近づいていた (図3)。
- ・ヨシ原全体で確認された17種の貴重種および9種の重要種のうち、移植地には1997年時点で貴重種10種と重要種9種が生育していた (文献4)。

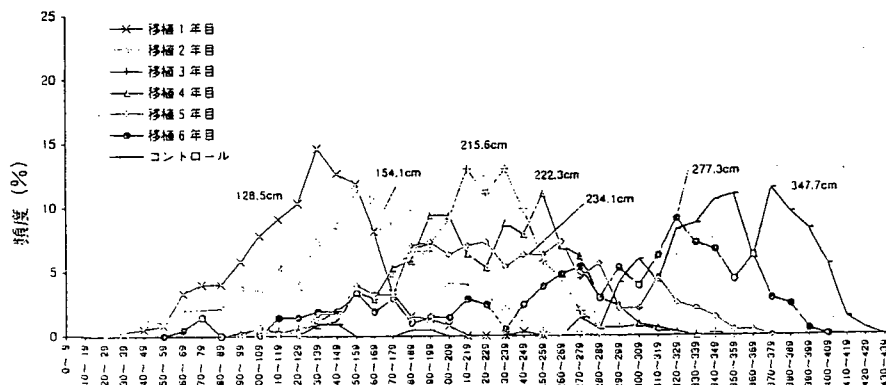


図3 ヨシ株植え区域におけるヨシ草丈の経年変化

図中の数値は平均草丈を示す。

※文献4より引用

- ・ ヨシ株植え区やヨシ表土廃棄撒き出し区では移植後1年～2年目は目標のヨシが優占する群落が発生したがその後オギの割合が増加しており、3年～5年後にはヨシとオギが混生する群落となった。ヨシ撒き出し区では移植後早い段階でオギが優占する群落へ推移した(図4)。
- ・ オギの生育範囲は、1988年(昭和63年)と比較して1996年(平成8年)では移植地以外の河川敷全体で拡大していた(図5)。
- ・ 2000年(平成12年)には河川敷のヨシ群落は1996年(平成8年)より拡大し、移植地でもヨシとオギが混生する群落やヨシが優占する群落が形成された(図5)。

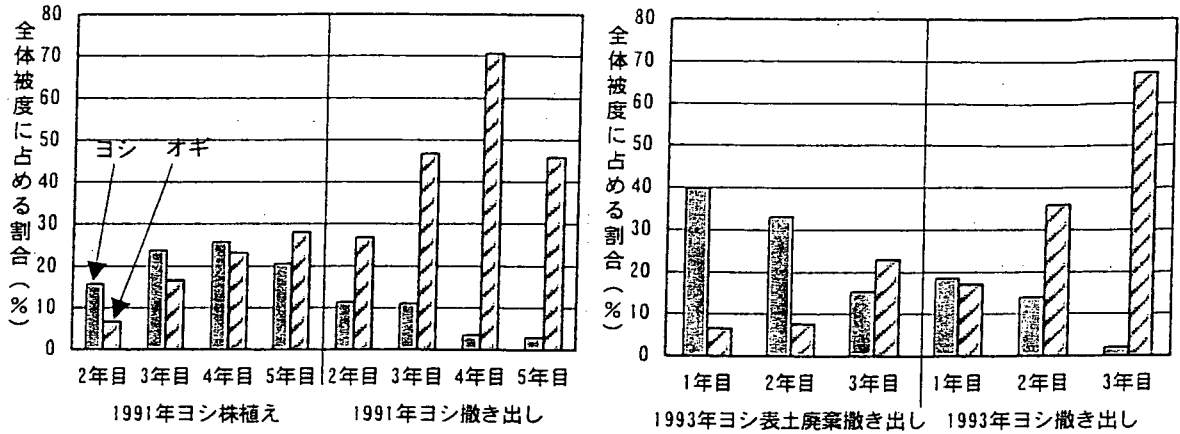
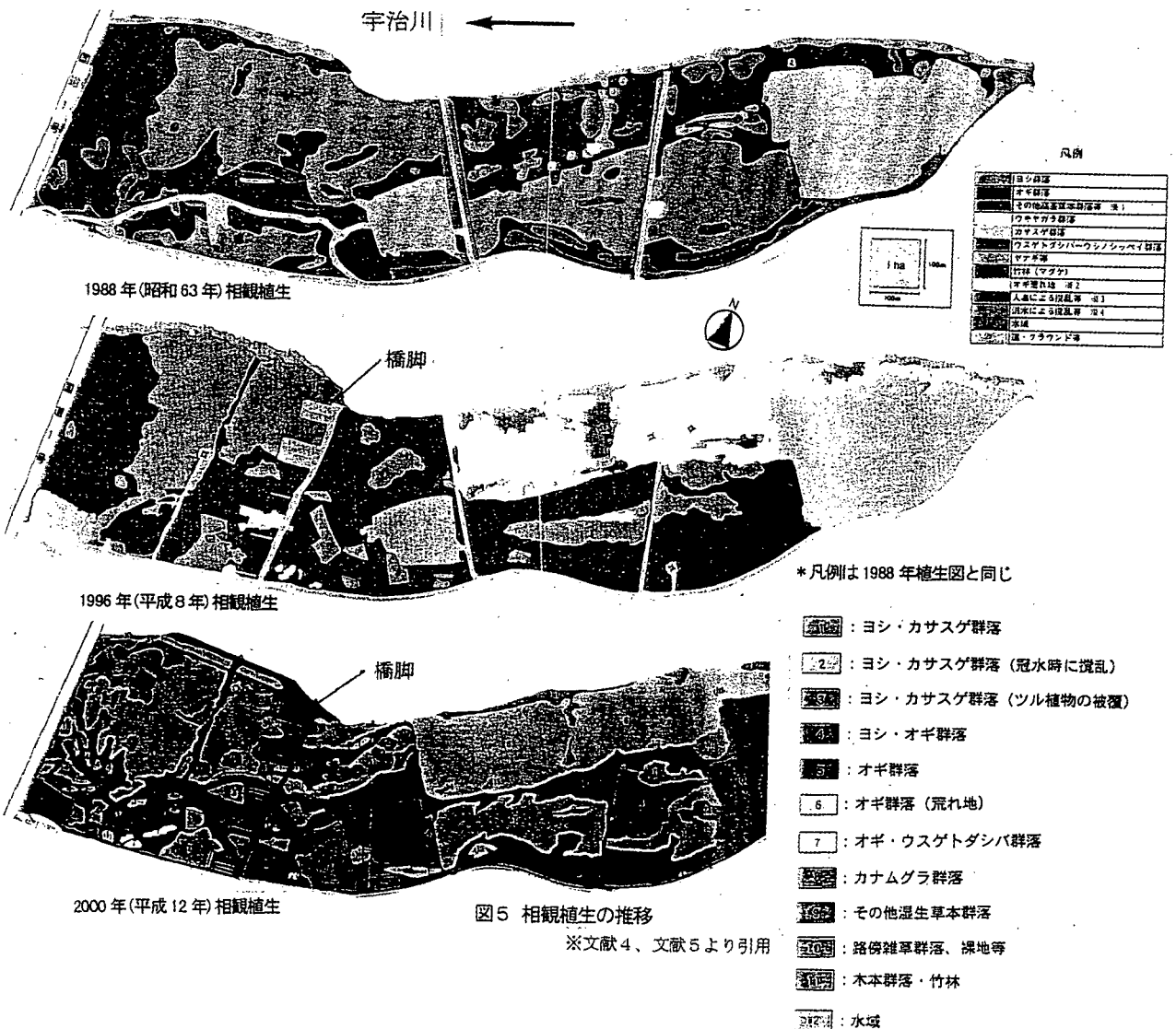


図4 移植地に成立した群落の全体被度に占めるヨシとオギの割合変化 ※文献3のデータを用いて作成



4. 6. 2 鳥類モニタリング調査

- ・ツバメのねぐら調査：1992年（平成4年度）～2000年（平成12年度）
- ・ツバメねぐら範囲の環境調査：1996年（平成8年度）、1997年（平成9年度）、1999年（平成11年度）、2000年（平成12年度）

モニタリング結果

- ・調査をはじめた1980年（昭和55年）から、2000年（平成12年度）までツバメのねぐら数に大きな変化はなかった。ただし、1996年（平成8年度）はねぐら数のピークが確認されなかった（図6、図7）。
- ・1997年（平成9年）まで移植地にはツバメのねぐらは形成されなかったが、1998年（平成10年）には移植地の一部でねぐら利用が観察された（文献5、図8）。
- ・ねぐら範囲の環境調査から、ねぐらはオギの生育がほとんど無いヨシが優占する群落かオギとヨシが混生している場合はヨシの草丈がオギより高い群落に形成されていた（文献3、文献5）。

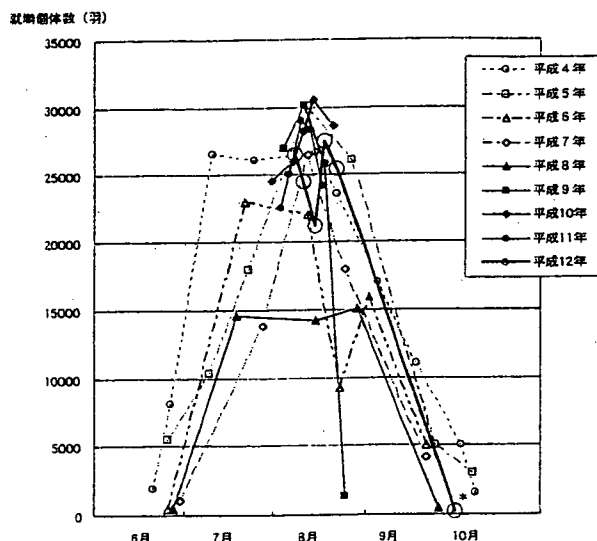


図6 ツバメのねぐらを形成している個体数の推移（近年）

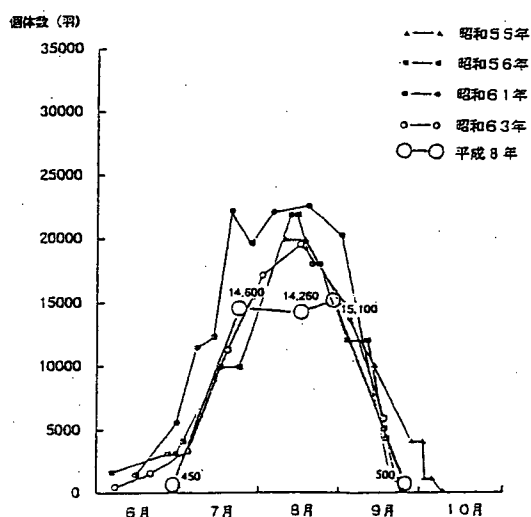
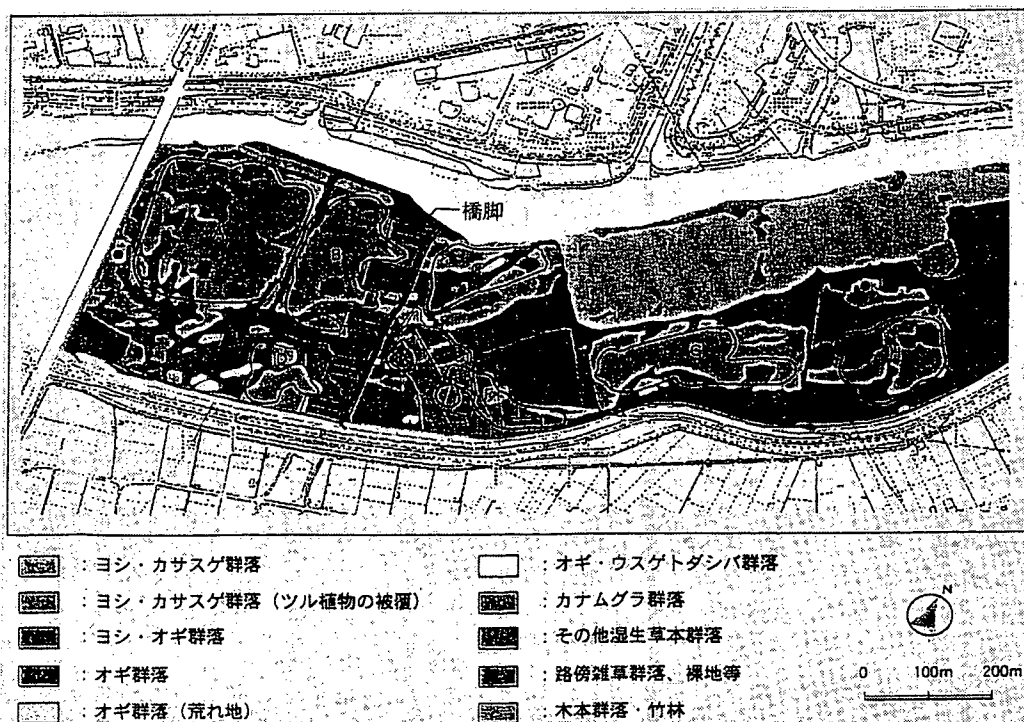


図7 同（事前調査との比較） ※文献3、文献5より引用



■2000年（平成12年度）

図8 ツバメねぐらが形成された範囲（確認されたすべてのねぐらを重ね合わせたもの） ※文献5より引用

4. 7 評価

4. 7. 1 ミティゲーションの評価

学識経験者を加えた検討会を持ち、意見を反映して施工時に多くの配慮を行ったことは評価できる。また、ミティゲーション当初に立てた各目標についての評価は、以下のとおりである。

①ツバメの集団ねぐらとしての機能持続

・ヨシ原の面積の保存

工事によって消失したヨシなどの低湿地の植生面積は2.2ha、一方裸地などの植生荒廃地へ移植した面積は2.5haで、移植地はすべて植生が成立したことから施工前と比較して植生面積の減少は起こらなかった。しかし、移植地はいったんヨシが優占する群落が形成された後、ヨシの割合は次第に減少してオギが優占する群落、またはヨシとオギが混生する群落へと推移している。1997年（平成9年度）の調査からはヨシが河川敷の中でも相対的に地下水位の高い場所に生育していることが確認されており、ヨシとオギの生育割合に影響を与えている要因として水分条件の違いが重要であると考えられる（文献4、文献10）。既存のヨシ群落の地盤高を参考にして移植地の地盤高を設定したにも関わらず、移植後いったん成立したヨシ群落が次第にオギが優占する群落に変化していった理由としては、ミティゲーション実施以前から河川の水位が年々低下していることや河川敷の冠水頻度の低下により河川敷全体が乾燥化していったことが考えられる（文献3、文献5）。

・ヨシ原の連続的な広がり の保存

移植をはじめて5年目の1996年（平成8年）までの段階では、河川敷の植生全体が変化して、当初連続させる予定だったヨシ原自体が消失したこともあり、移植により既存のヨシ原同士を連続させて広いヨシ原を維持することはできなかった。しかし、2000年には河川敷全体でヨシ原（ヨシが優占する植物群落）の面積は増加しており、移植地の中でもヨシ・オギ混生群落はヨシ群落に変化した場所やオギ群落がヨシ・オギ混生群落に変わった場所があった。これらの場所のうち数箇所ではツバメのねぐらの一部としての利用が観察されており、2000年時点では移植地のヨシの草丈や茎の太さが既存のヨシ原のものに比べて遜色のない程度に成長したことに加えて、既存のヨシ原との連続性を作り出すことができたことでツバメのねぐらとしての質を満たしたといえるだろう。2000年（平成12年度）に見られたヨシ原拡大は前年に河川敷が冠水したことが影響したと推測されている（文献5）。このように河川水位の低下は進行しているものの、乾燥化は単純に一方的なものではなく、冠水によるかく乱で植生は1年で大きく変化することもある。

②貴重な植物を含む低湿地特有の植生保全

1997年（平成9年度）の段階で、移植地において10種の貴重種、9種の重要種が確認されており、移植地は低湿地特有の植生保全の場として機能していた。

（総合評価）ヨシ原などの低湿地の植生面積純減を避け、ツバメのねぐらとしての一定の質を確保したという点で本事例は評価できるものである。また、事業の進めかたとしては、事前調査を詳細に行いその結果を受けてミティゲーション計画を立案したこと、ミティゲーション実施後にモニタリングを継続して効果を把握していることは非常に評価できる。ただし、本来のミティゲーションの進め方としては、あらかじめ小面積でヨシの移植試験を実施して移植方法を確立し、ツバメのねぐらとなる代替の広いヨシ原を確保してから本施工に移るべきであったと考えられる。とはいえ、本事例が実施された時点においてミティゲーションという概念はわが国でほとんど認知されておらず、決められた事業スケジュールの中で最大限の配慮がなされた事例といえるだろう。

（今後の課題）ヨシ原の形成には、地下水位や河川敷の冠水が影響していると考えられるため、今後ツバメのねぐら形成場所や低湿地の貴重な植物の生育場所として機能するヨシ原を安定的に維持していくためには、本ミティゲーションのレベルを超えて河川の流域管理という広域的・長期的な視野に立つ

た検討が必要になると考えられる(文献9)。また、このような広域の検討に加えて、毎年のヨシの刈り取りも本地区におけるヨシ原維持の要因の一つであろうと推測されていることから(文献6)、ヨシ原の維持管理手法の検討などきめこまやかな対応が必要となると考えられる。

4. 7. 2 社会的な評価

社会的な評価としては、ツバメのねぐらとしての利用が継続してみられること、低湿地の植生移植が成功したことにより一定の評価が得られている。

事業主体である京都国道工事事務所によると、今後は、事業実施に際してこのような影響緩和の方策を講じていることを、広報活動を通じて積極的に情報提供するとのことである。

4. 8 今後の対応：

京都国道工事事務所では、引き続き実施される橋梁上部工事、低水護岸工事及びその後の道路供用の各段階においても、ミティゲーションを実施する予定である。また、現在年に2回程度行っている検討会を継続して行い、そこで出た意見を参考に対策を検討する予定である。継続してモニタリング調査を行いミティゲーションの評価を行うとともに、最終的には河川敷全体の生態系保全について、河川環境管理の視点に立った留意点を整理する予定である。

4. 9 学識経験者による検討会の開催

アドバイザーとしては、年に2回程度の学識者による検討会を開催した。

メンバー：	有馬忠雄氏	河川水辺国勢調査アドバイザー
	高田直俊氏	大阪市立大学工学部教授
	村上興正氏	京都大学理学部動物学教室助手

5. まとめ

5. 1 事例の特徴

- ・十分な時間をかけ事前調査を行い植物相、鳥類の生息状況を把握した。
- ・ヨシ移植に際して、移植先の環境条件を調べヨシの生育に適した環境を形成した他、移植方法を変えて試験を実施し、経過を見ながら手法の改善を行なった。
- ・ミティゲーション後、モニタリングを継続し、事前調査結果と比較して効果を検証している。

謝辞：

本資料をまとめるにあたり、近畿地建京都国道工事事務所には多くの資料の提供をいただくと共に、同事務所の椎原工務係長には当時の様子についてヒヤリングさせていただいた。また、須川恒氏には参考文献のご紹介をいただくなどご協力をいただいた。土木研究所環境部緑化生態研究室の百瀬浩氏には、文献をご教示いただいた他、本稿全体について有益なご意見をいただいた。ここに記して感謝する。

引用文献：

- 文献1：近畿地方建設局京都国道工事事務所(1988)．宇治川河川敷生態調査業務報告書．
文献2：近畿地方建設局京都国道工事事務所(1989)．宇治川河川敷生態調査(その2)業務報告書．
文献3：近畿地方建設局京都国道工事事務所(1997)．平成8年度 洛南道路宇治川環境実態調査業務報告書．
文献4：近畿地方建設局京都国道工事事務所(1998)．平成9年度 洛南道路宇治川環境実態調査業務報告書．
文献5：近畿地方建設局京都国道工事事務所(2000)．平成12年度 洛南道路宇治川環境実態調査業務報告書．
文献6：須川恒(1982)．宇治川河川敷のツバメ類の集団増殖とその保護について．関西自然保護機構会報8：25-30．
文献7：須川恒(1984)．ツバメ類の集団増殖～その観察と保護～．野鳥451：18-21．
文献8：環境庁(1980)．日本の重要な植物群落(近畿版)．
文献9：野上隆生(1996)．生物多様性と現代－自然のにぎわい考－．朝日新聞社総合研究センター調査研究室社内報告226：89-93．
文献10：高田直俊，有馬忠雄，村上興正，中川美好，松宮照雄，白取茂，伊藤敦基(1999)．宇治川におけるツバメの増殖地としてのヨシ原の創成．関西自然保護機構会報21(2)：257-270．

Ⅱ-10 塩生植物群落の保全

ー太田川放水路緊急用河川敷道路ー

1. ミティゲーションの背景と必要性

太田川は西中国山地(冠山)に水源を発し、広島湾に注ぐ流域面積 1,710km²、幹川流路延長 103km の一級河川である。広島市はこの太田川により形成された河口デルタに発達した都市で、太田川放水路ができるまでは、絶えず水害に悩まされていた。なお、太田川放水路は、洪水の一部を分派するために計画された人工河川で、昭和 42 年に完成したものである。

太田川放水路の河口より約 5km 地点までの河岸には以前より、ハマサジ、フクド、ハママツナ等、満潮時に海水につかるという環境条件に成立する塩生植物群落が存在している。このような塩生植物群落は全国的に護岸工事や埋め立て等による開発で急激にその生育環境が失われつつある(今永 1988)。瀬戸内海地方でも以前にみられた塩生植物群落は減少の一途をたどっており、この放水路の塩生植物群落は、今日、瀬戸内海地方で数少ない貴重な存在といえる(今永 1988)。

平成 7 年度、これらの塩生植物が生育している区域を含む国道 54 号(河口から 5.5km 地点)から河口付近までの放水路左岸に延長 4.88km の緊急用河川敷道路が計画された(図-1)。緊急用河川敷道路は、平成 7 年 1 月の阪神淡路大地震を契機に、10~30m 程度の軟弱地盤デルタの上に形成された広島市街地に大きな地震災害が起きた場合を想定し、堤防耐震補強と市内道路網の寸断に備え整備されるものである。構造は、左岸堤防法尻から幅員約 8m の位置に鋼矢板を設置し、堤防側に幅員約 8m 程度の道路を設置し、水際側には根固めのための捨石を配置するものである(図-2)。このため、この区域に生育する塩水植物群落の一部とその生息環境が消失することが予測されたことから、道路建設による塩生植物群落への影響を緩和するためのミティゲーションが実施された。

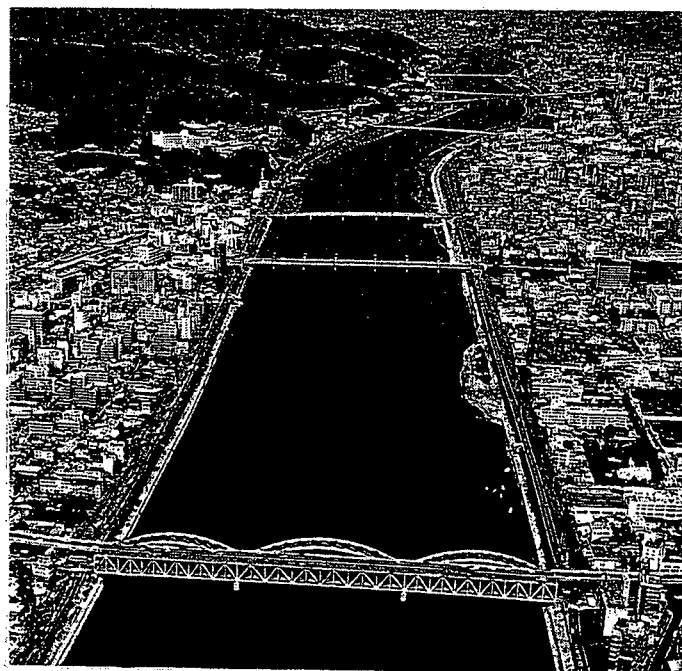


写真-1 太田川放水路における塩生植物群落



図-1 緊急用河川敷道路位置図

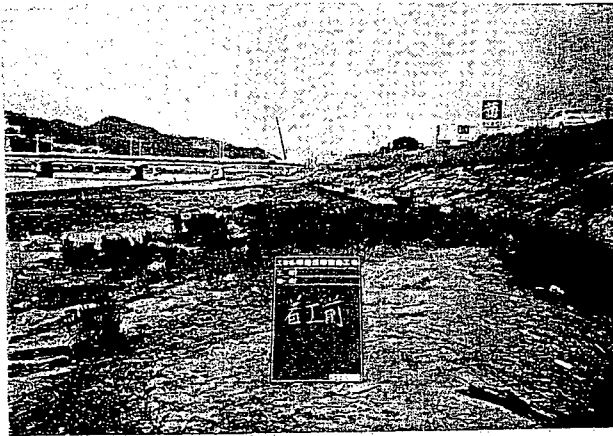


写真-2 設置前の状況



写真-3 設置後された緊急用河川敷道路

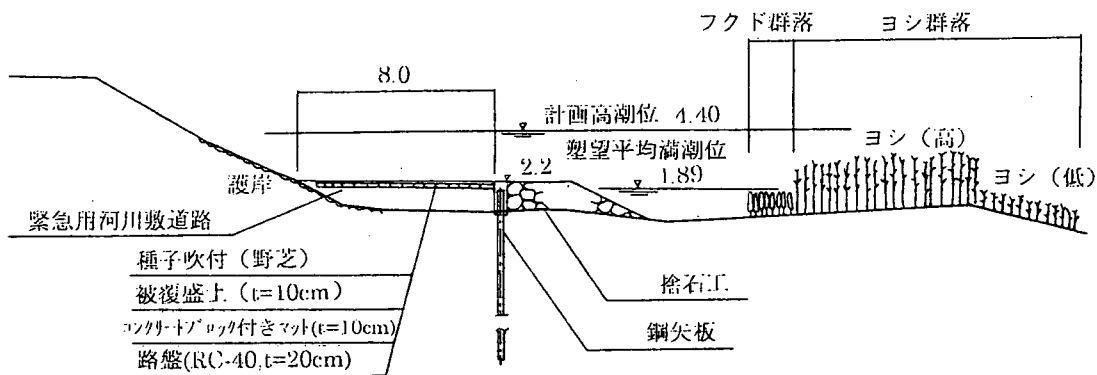


図-2 緊急用河川敷道路 横断面図

2. ミティゲーションの目的

瀬戸内海地方で数少ない塩生植物群落を保全するため、道路建設による影響を緩和するための措置を講じる。

3. ミティゲーションのスケジュール

平成7年度、緊急用河川敷道路が計画され、道路設置による塩生植物群落への影響について、水辺の国勢調査アドバイザーへヒアリングを行い、その結果をうけ、塩生植物の分布状況や生育条件に関する調査が行われた。平成8年から工事開始と併行し、ミティゲーションが実施された。

年度	1995 (H.7)	1996 (H.8)	1997 (H.9)	1998～ (H.10) ～
緊急用河川敷道路計画		道路施工		
事前調査				
H7. 9-10 塩生植物分布調査				
河川水辺の国勢調査アドバイザーへのヒアリング				
H7. 4 工事による影響、塩生植物の調査方法	H8. 1, 2, 3, 4, 7 移植、工事中の配慮方法等	H9.10 ヒロハマツナの移植後の状況、H10.2 移植場所、移植造成場所及びその保全方法等		
ミティゲーション実施				
ヒロハマツナの移植				
その他の塩生植物の移植・播種				

4. ミティゲーションの実際

4. 1 事前調査

平成7年4月、水辺の国勢調査アドバイザーに対し道路建設に伴う塩生植物群落への影響及び緩和措置に関するヒアリングが行なわれた。事業によって塩生植物群落は横断方向幅約50mの群落のうち約20mが消失することが予測されたが、群落の維持には影響がないこと、また、塩生植物は生育条件（冠水頻度、標高等）を満たす環境が確保されれば、自然と復元が可能であるという意見から、移植を行うことにより塩生植物群落を保全することが検討された。

これを踏まえ、平成7年9～10月、塩生植物の分布状況や生育条件等、移植に必要な情報を得るため、左岸0.5kmから5.3kmの区間の平面分布調査及び横断分布調査が行われた。

(1) 分布状況

塩生植物は左岸河口0.5km地点から2.35km地点の区間に分布し、フクド、ハマサジ、ハマツナ、ヒロハマツナ、イソボウキ、ホソバノハマアカザ、ホソバノハマアカザ、カワラアカザ、イソヤマテンツキ、シオクグ、ヨシの10種が確認された。フクド、ハマサジ、ハマツナはほぼ全域に、ヨシは上流側に、ホソバノハマアカザは上流端及び下流端に、イソボウキ、カワラアカザ、イソヤマテンツキは下流端に、シオクグは3カ所、ヒロハマツナは上流端1カ所確認された。分布域の面積の計測結果を表-1に示す。最も多く確認されたのはハマサジフクド群落約7,700m²であり、ヨシ群落も7,200m²と多く確認されている。

このうち、調査区間内で1カ所のみで確認されたヒロハマツナは、「我が国における保護上重要な植物種の現状」(1989)では危急種に、「広島県の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブックひろしま」(1995)では絶滅危惧種に指定されている。広島県内では福山市の河口域の満潮時に海水が浸かる泥地に1カ所確認されているのみである。また、ハマツナ、シオクグ、フクド、ハマサジは、「広島市の動植物—広島市稀少生物分布調査報告」(1988)の中で開発等の環境変化により個体数が減少しつつある種とされ、太田川放水路の塩生植物群落は貴重群落とされている。

(2) 生育条件

生育条件については、冠水頻度や水位の影響について情報を得るため、個体数が比較的多いフクド、ハマツナ、ハマサジ、ホソバノハマアカザ、シオクグ、ヨシの6種について横断方向における分布調査を行った。その結果、これらは平均高潮面から最高高潮面までの範囲に生育していることが確認された。平面的に広範囲に分布していたフクド、ハマサジ、ハマツナ、ヨシは広範囲の標高に分布し、また、ハマツナはやや標高が低い位置に、ホソバノハマアカザはやや高い位置に分布していることが確認された。

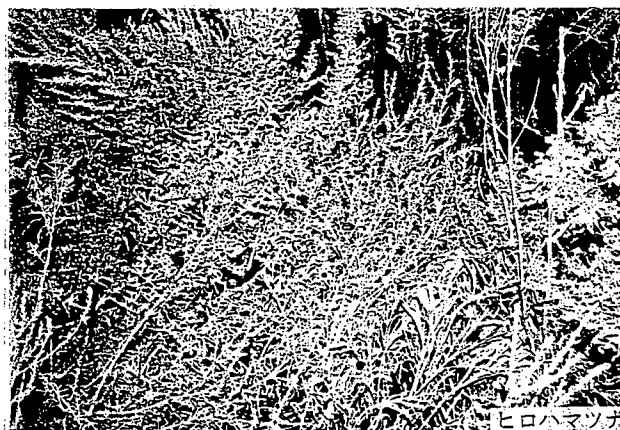


写真4 ヒロハマツナ



写真3 ハマサジ (1年目)

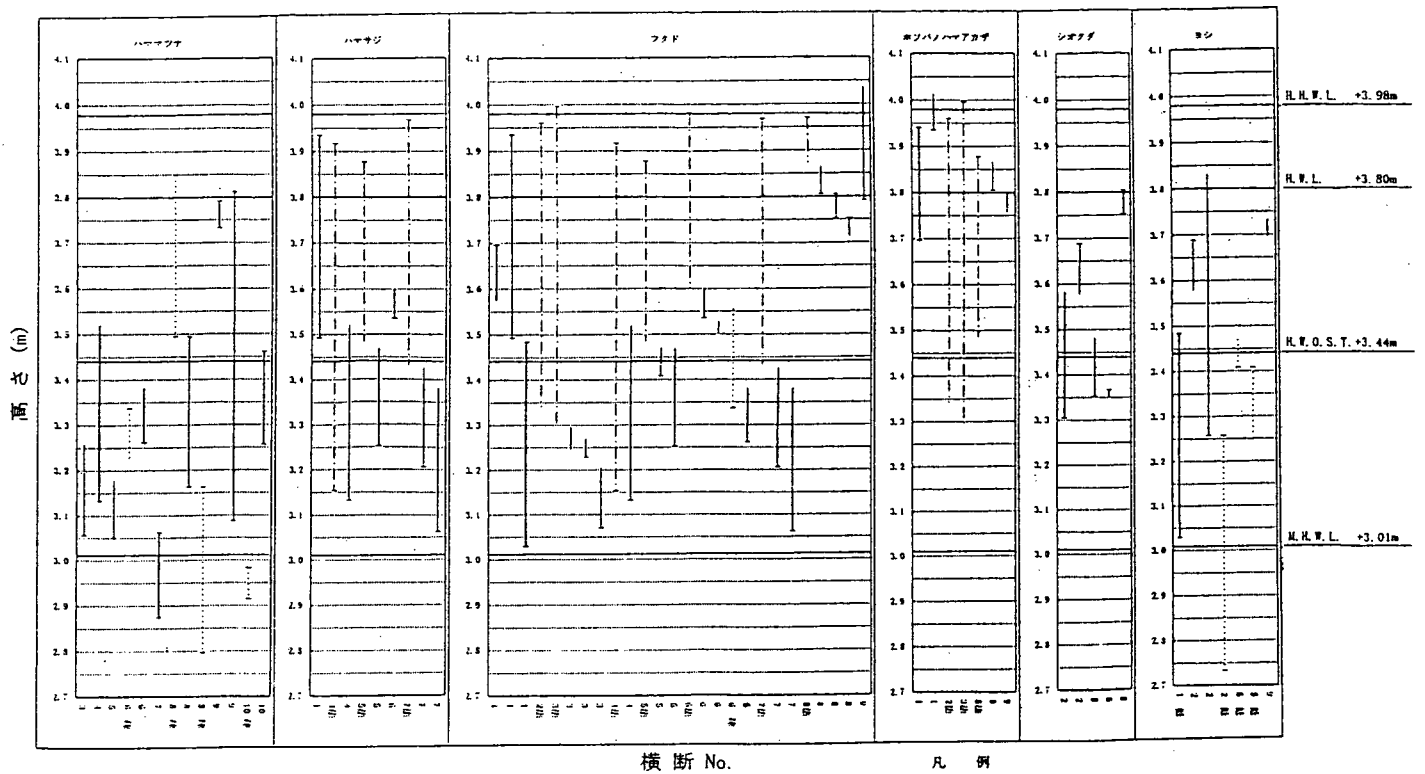


図-3 ハマツナ、ハマサジ、フクド、ホソバノハマアカザ、シオクグ、ヨシの分布と標高

表-1 調査区間における群落面積と道路設置により影響を受ける面積

群落	移植前の生育面積 (m ²)	事業により影響を受ける面積 (m ²)	群落	移植前の生育面積 (m ²)	事業により影響を受ける面積 (m ²)
ハマツナ群落	3,440	1,910	ヨシーフクド群落	4,800	550
ハマツナーフクド群落	1,750	500	ヨシーシオクグ群落	350	0
フクド群落	840	780	シオクグ群落	470	310
ハマサジーフクド群落	7,690	5,160	イソヤマテンツク群落	2.8	2.8
ハマツナーハマサジ群落	500	500	ホソバノハマアカザ群落	160	60
ヒロハマツナ群落	20	20	イソボウキ群落	110	110
ヨシ群落	7,240	1,050	カワラアカザ群落	60	0
			合計	27,432.8	10,952.8

4. 2 分析と影響予測

事前調査より以下の影響が予測された。

- ①道路設置によって、横断方向幅約 50m の生育地のうち幅約 20m が改変されるため、調査時の群落のおよそ 40%群落が消滅する。
- ②建設予定地に調査区間で 1 カ所のみ確認されたヒロハマツナが生育しており、これが消滅する。

4. 3 目標設定

前述したように、生育地の減少については、群落維持には影響がないこと、また、塩生植物は生育条件（冠水頻度、標高等）を満たす環境が確保されれば、自然と復元が可能であるというアドバイザーからの意見を考慮し、道路設置により消失される塩生植物を移植により代償し、保全することとした。

4. 4 移植

(1) 塩生植物の移植

塩生植物平面分布図と道路計画図を重ね合せ、道路建設により消失する塩生植物の移植が行われた。移植域（移植先）は、塩生植物の平面及び横断分布調査結果から、冠水頻度、塩分濃度等の明瞭な生育条件が得られなかったことから、塩生植物が生育していた場所とほぼ同一の標高及び縦断位置を生育適地とみなし選定された。さらに、標高が異なる箇所は、工事残土で覆砂し、塩生植物が生息していた標高とし移植域が造成された。なお、今後の行う造成については、水辺の国勢調査アドバイザーから、河川工学的にみた砂州の維持や捨石等による砂州の保全方法に関してもアドバイスを受けている。

移植方法は、工事時期と植物の生活史を考慮し、以下のように実施された（表-2）。

① 発芽期（4～5月）

実生あるいは株をスコップで掘り起こし移植した。

② 種子結実～散布期（秋、冬期）

多年草植物で1年目の個体については株をスコップで掘り起こした（写真-10）。既に枯れている1年草や多年草2年目について、種子が含まれた表土ごとブルドーザーで移植域へ運び押土した。また、種子を採取し移植域に播種した。

表-2 移植方法

		発芽期	種子結実期～散布期
一年草 (ハマフナ、イボナ等)		・実生をスコップで移植	・種子を採取し、播種 ・表土（種子を含む）をブルドーザーにより剥ぎ、移植
多年草 (ハマナ、フナ等)	一年目	・実生をスコップで移植	・株をスコップで移植
	二年目	・株をスコップで移植	・種子を採取し、播種 ・表土（種子を含む）をブルドーザーにより剥ぎ、移植

(2) ヒロハマツナ

ヒロハマツナは、環境庁が危急種に、広島県が絶滅危惧種に指定している植物である。これまで広島県内では、福山市の河口域の満潮時に海水が浸かる泥地に1カ所が知られているのみであった。そのため本区間において一カ所確認されたヒロハマツナの移植は、以下に示すように慎重を期して行われた。

ヒロハマツナは1年草であるため、工事が着手された平成8年1月においては生育状況の確認が困難であった。そのため、水辺の国勢調査アドバイザーからアドバイスを受け、発芽する4～5月まで移植を延期し、それまでの間工事が中止された。また、工事用道路を生育箇所前面に迂回させ、移植までの間の塩水の出入りを確保するため管（写真-7）が設置された。

平成8年4月、生育地のヒロハマツナの発芽状況が確認され、5月移植が行われた。移植にあたっては、移植先の塩分濃度、標高、冠水頻度等の微妙な環境条件が移植地として適しているかを確認するため、まず部分移植を行い定着を確認した後、生育域の土を厚さ10cm程度のブロック状にカットし、生育地と同一の環境条件の場所に移植した。



写真-4 移植前のヒロハマツナ



写真-5 工事用道路の迂回

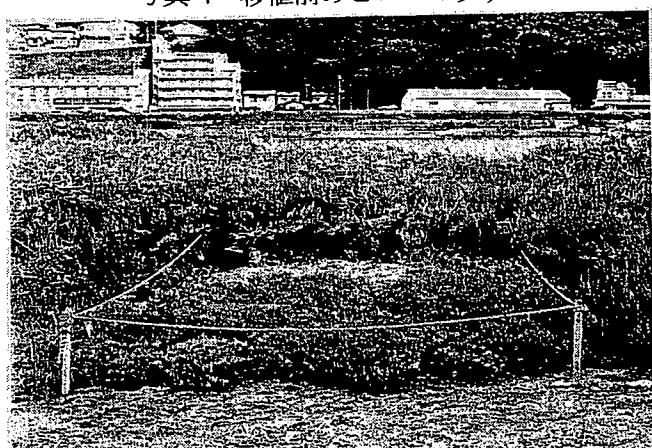


写真-6 移植後のヒロハマツナ



写真-7 看板の設置



写真-8 人力による移植



写真-9 移植・播種後の状況

4. 5 モニタリング

ヒロハマツナについては、移植2ヶ月後の平成8年7月には生育が確認されたが、翌年の平成9年10月には枯死が確認された。その他の塩生植物については、移植及び播種後の状況は良好であり、現在までに詳細な植生調査は実施されていない。

4. 6 評価

塩生植物群落は全国的に、護岸工事や埋め立て等により減少しつつある。太田川放水路においても10数年前には、秋になると真赤に色づくハマツナ群落が見られた（今永）が、現在は高水敷設置のため埋めたてられ減少している。塩湿地という特殊な環境を生育地とするこのような植物は、生育環境を代替することは難しいため、生育環境自体を保全することが重要となる。しかし、本事例は、緊急用河川敷道路設置の回避が困難なことから、影響をうける塩生植物をつぶれ地以外の生育適地に移植し代償したものである。

現在、ヒロハマツナ以外の塩生植物の移植後の状況は良好であり、塩生植物群落は維持されている。生育地と同様の環境条件の場合（ここでは、同様の標高の場合とした）へ移植したこと、移植・播種・表土の移動等、移植方法は一つではなく、植物の生活史に配慮したいくつかの方法が採用されたことが評価できる。

ヒロハマツナについては、移植時期を生育が確認できる発芽時期まで延期したこと、移植時期まで工事を見合わせ、塩分の出入りを確保するための管を設置したこと、また、部分移植の定着を確認した上で全体の移植を行ったこと等、細心の配慮がなされた。しかし移植後の生育は順調ではなかった。生育が一カ所のみで個体数が少なかったこと、塩分濃度等の微妙な環境を代替することの難しさがその要因としてあげられる。

塩生植物群落は、ハマツナ→ハマサジ・フクド→ヨシの順で遷移していく。事務所の担当者は、昔の写真と比較するとヨシの分布域は拡大しているということであった。今後、長いタイムスケールで塩生植物群落の維持を考えると、遷移によって現在のような群落の維持は困難になることが予想される。

社会的には、塩生植物の説明看板の設置や水辺の学校教育（日曜学校）による事例見学会が実施されており、それまであまり住民に意識されていなかった塩生植物の存在や保全すべき環境であることを広く住民に広め、環境教育という面においても一定の役割を果たしたといえる。

4. 7 学識経験者等の関与

事前調査以前から現在まで、太田川について精通する河川水辺の国勢調査アドバイザーに随時指導を受けつつ事業が進められている。

植物：関 太郎（元 広島大学理学部教授 名誉教授）

河川工学：渡邊明英（広島大学工学部 助教授）

5. まとめ

5. 1 事例の特徴

本事例は、事業実施以前から事業実施を通して、太田川に精通した河川水辺の国勢調査アドバイザーとの密接なやりとりがなされ、植物調査の方法、ヒロハマツナの生育地における工事実施時期の見合わせ、工事中の塩水出入りのための管の設置等が速やかに決定され、事業に反映されたことが大きな特徴といえる。

また、塩生植物群落を保全した事例は全国的にも数少なく、移植に必要な生育環境等の情報が少ない。そのため、本事例で塩生植物の平面分布、横断分布状況等の調査結果は、貴重なデータとなるものと考えられる。

5. 2 今後の対応

塩生植物は、ハマツナ→ハマサジ・フクド→ヨシの順で遷移することから、今後、遷移の状況も併せて調査していく必要がある。

事業主体：建設省中国地方建設局太田川工事事務所
所在地：広島県広島市

引用・参考文献

今泉明彦 (1988)、太田川放水路の塩生植物群落、広島市の動植物、p143. 広島市教育委員会.
中国地方建設局太田川工事事務所・(株) 荒谷建設コンサルタント(1996)、太田川放水路耐 震堤
防・河川敷緊急道路設計業務報告書 塩生植物調査編
広島県(1995)、広島県の絶滅のおそれのある野生生物ーレッドデータブックひろしまー、(株) ぎ
ょうせい
建設省 (1996)、第 50 回建設省技術研究会報告
我が国における保護上重要な植物種および植物群落研究委員会植物群落分科会、(1996)、植物群落
レッドデータ・ブック

II-11 ダム湖における総合的な生息環境創出

ー 沖縄・漢那ダムー

1 はじめに

本節では、沖縄・漢那ダムにおいて、ダムに隣接して第2貯水池と呼ばれる湿地を造成し、湿地性ビオトープとして整備した事例を紹介する。本件はビオトープ建設を目的として行われた事業であるが、建設された湿地は多種の動植物に生息地を提供しており、結果としてダム建設に伴う湿地性生息地のミティゲーションとしてもとらえることができると考えられる。

漢那ダムは、沖縄本島中部の、太平洋をのぞむ東海岸に面した人口4,500人余りの宜野座村に位置している(図-1)。本ダムと脇ダムとからなっているこのダムは、本ダム提高45m、堤頂長185mのグラビティタイプで、脇ダムは堤高37m、堤頂長500mのロックフィルダムとなっている。総貯水容量は820万 m^3 で、これまでに完成した沖縄本島のダム群の中では3番目の貯水池規模を有している。

2 ビオトープ建設の背景と目的

漢那ダムは、水利用に関して気象的、地形的に厳しい沖縄本島の環境下において水資源開発という機能を発揮するために建設されたもので、昭和53年度に実施計画調査に着手し、昭和57年度建設着手、平成4年度に竣工した。

ダム建設に際する予定地周辺調査において、この地域が動植物にとって良好な生息地域となっていることが確認された。このため、ダム建設に際しては自然環境に及ぼす影響を考慮した諸工事を行っている。その一環として、特に良好な湿地空間の創出を試みたものがここで紹介する第2貯水池である。この第2貯水池の創出は、湿地に生息する動植物に適した生息空間を与えるもので、我が国のダム事業におけるビオトープ創造では、神奈川県宮ヶ瀬ダム等と並んで先駆といえる(安田ら 1996)。

この付近は、かつては水田等の耕作地として利用されていたが、昭和56年頃より農地としては使われなくなり、沖縄県内でも数少ない動植物の生息する湿地状の土地となっていた。しかし、一方で、上流の米軍演習地からは赤土砂の流入が、また、下流部左岸側からは豚舎排水の流入があり、動植物の生息地としての環境が劣化する状況へ向かっていた。

ダム建設に際してこのような谷あいの湿地帯等のくぼ地は、土捨場として盛土を行い公園的整備を行うか、位置的に利用が困難な場合は、そのまま放置しておく場合が多い。しかし、漢那ダム事業では土捨場としての利用は下流の溪谷部にとどめ、この湿地を貴重な自然空間として積極的にとらえ、湿地についてはむしろその区域の拡大を図るとともに、ダム建設後も良好な湿地環境が維持されるよう、種々の環境保全対策を実施した(安田ら 1996)。湿地性ビオトープとして整備した第2貯水池は、ダム貯水池の北部に隣接しており、ダム貯水池との連絡水路に水位維持用の堰を設けることにより、平常時の水位をダム貯水池の常時満水位(EL. 27.8m)まで上昇させ安定させている(図-1)。また、湿地の面積は1.2haで、水深は1m程である。

3 ビオトープの整備方針

第2貯水池を湿地性ビオトープとして整備するに際しては、湿地面積の拡大と安定化、湿地への汚濁負荷流入低減、地域住民、訪問者の自然観察の場としての整備を基本的方針として事業を行っている。以下ではこれらの方針に対する具体的事業の内容を写真で示しながら見ていくこととする。

① 湿地帯の拡大による生物、生息空間(ビオトープ)の創出

ダム貯水池との連絡水路に固定堰を設置し、平常時の水位を主貯水池の常時満水位まで約

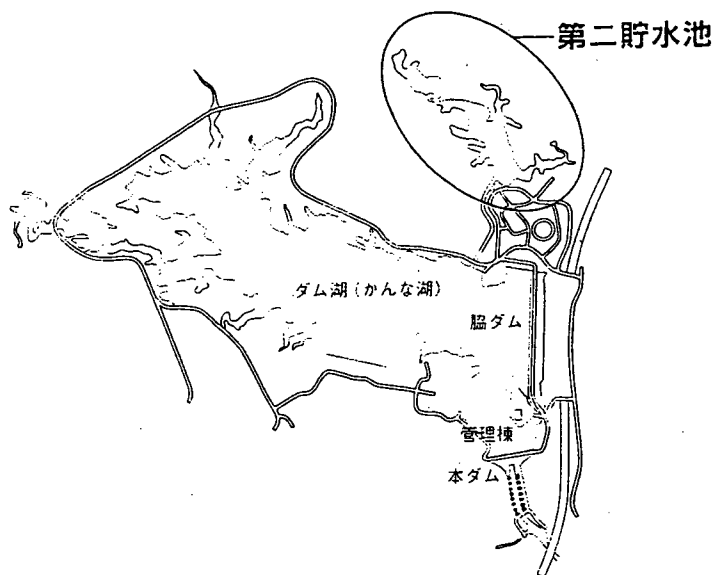
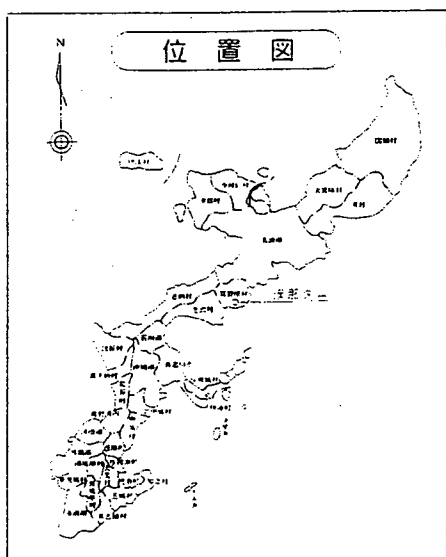
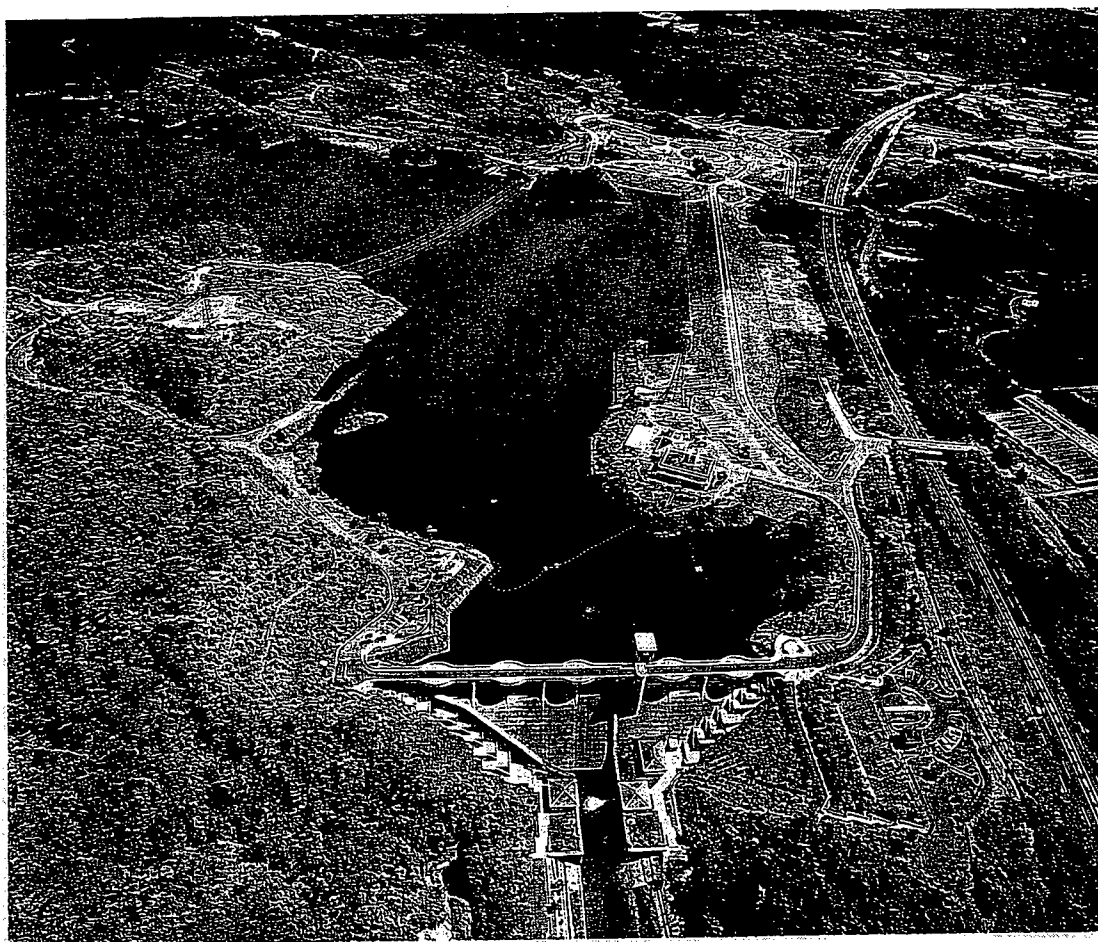


図-1 漢那ダム位置図及び空中写真

1 m程度上昇させて第2貯水池とし、湿地帯の拡大を図っている(写真-1)。建設前後の写真を見比べることで湿地帯が拡大されたことが見てとれる。また、メダカ等の繁殖可能な水溜まりおよび浅い流路を設けるとともに、植物の繁茂した湿生地面も若干の水が流れるようにして多様な湿地環境を創出しているのが特徴である。

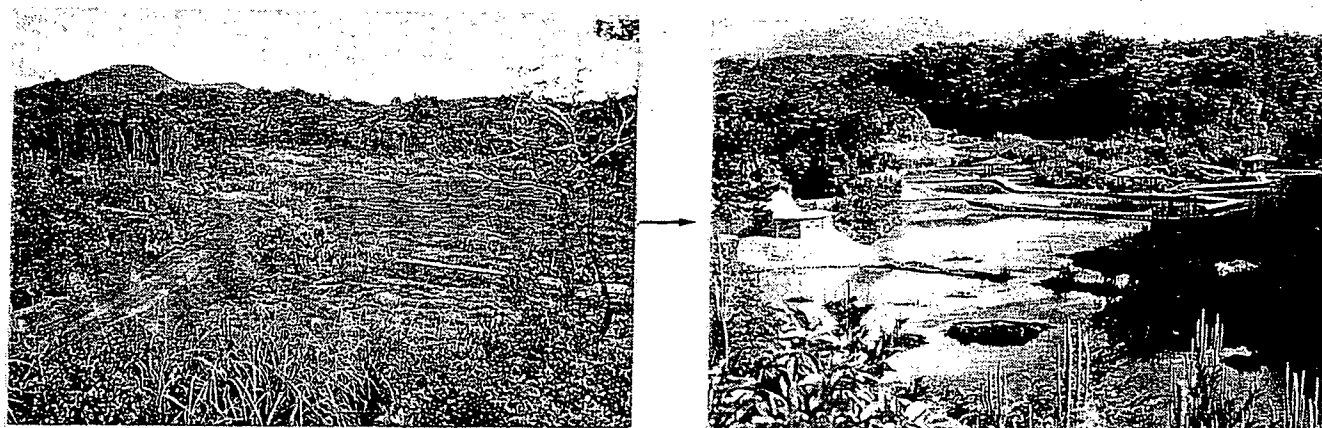


写真-1 建設前後の比較

②赤土流入の防止

先に述べたように上流の米軍演習地からの赤土砂の流入は、湿地に堆積することで湿地容量を減少させたり水の濁りが水生動植物に悪影響を与えることが考えられる。このため、貯水池上流部に多段階の土堰堤および蛇行流路を設置し、沈降・堆積を助長することにより、赤土の流入防止を図っている(写真-2)。

③豚舎排水の処理

貯水池等の水が滞留する水域においては有機汚濁や窒素・リンといった栄養塩が流入することで水質汚濁が起こる場合がある。第2貯水池においては豚舎排水流入による水質汚濁が危惧されたため、流入する豚舎排水は、まず浄化施設の設置により水質をある程度まで改善し、さらに浄化した水をバイパス水路により本ダム下流に放流するようにし(写真-3) 水質レベルの向上を可能にしている。

④自然観察の場としての整備

地域住民、訪問者に自然観察の場を提供することは、自然に親しむ機会を提供すると共に、貴重な環境の保護を進める上での住民参加の契機にもなると考えられ、整備における重要な要素である。ここでは湿地を攪乱することなく動植物を観察するための施設整備(写真-4)を行うと共に、動物を脅すことなしに観察が可能な観察堀も設置されている(写真-5)。



写真-2 土堰堤

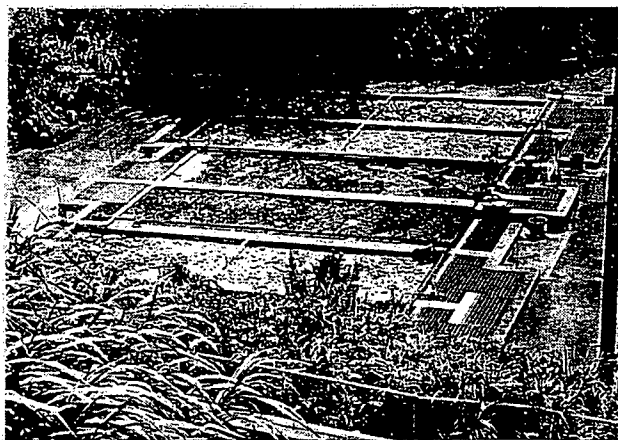


写真-3 浄化施設

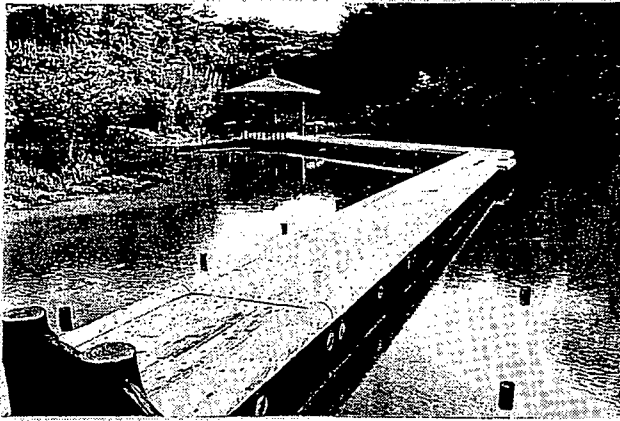


写真-4 観察デッキ

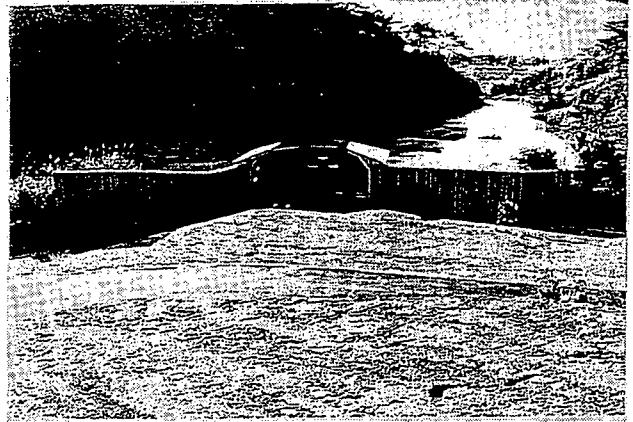


写真-5 観察堀

4 モニタリング調査結果

第2貯水池およびその周辺において植物、鳥類、両生類、ハ虫類、魚類、甲殻類、水生昆虫類の7種の動植物の定着状況について、経年的なモニタリング調査を行っている（安田ら1996）。ここでは、主な種として、水生昆虫類、魚類、鳥類、植物類の4種をとり上げ、これまでに結果がまとまっている平成5年度および平成6年度の調査結果について示すことにする。また、建設前後で対象とした範囲、頻度、方法等に違いがあるため単純に比較できないが、昭和58年度に行った建設前の調査と平成6年度の建設後のモニタリング調査との比較についても、合わせて述べることにする。

(1) 水生昆虫

調査の結果、平成5年度には37科88種、平成6年度には21科69種が確認された（表-1）。これらの昆虫の大部分はβ中腐水性（やや汚濁した水域）やα中腐水域（汚濁した水域）の種に属していることが確認できた。またトゲトゲフタバコカゲロウや、ウルマーシマトビケラといった貧腐水性（汚濁の少ない水域）に生息する種も確認され、多様な水環境の存在を裏付けるものとなった。また、個体数の比較では、表-2に示すように、ほとんどの目で平成5年度より平成6年度の方が増加しており、水性昆虫達にとっては良好な水域となっていることがうかがえる。このことは、トンボ目について特に顕著である。

表-1 水生昆虫年度比較

	H 5 年 度	H 6 年 度
カゲロウ	3科6種	0科0種
トンボ	8科28種	6科24種
カワゲラ	1科1種	1科1種
カメムシ	6科10種	6科9種
コウチュウ	9科30種	6科33種
ハエ	5科7種	0科0種
トビケラ	4科4種	2科2種
チヨウ	1科2種	0科0種
合 計	37科88種	21科69種

表-2 個 体 数 比 較

目	平 成 5 年 度						平 成 6 年 度					
	6月	7月	9月	10月	12月	2月	6月	7月	9月	10月	12月	2月
カゲロウ	43	5	1	4	1	27	0	4	8	8	12	0
トンボ	27	128	89	80	204	79	38	158	223	252	418	0
カワゲラ	1	1	0	1	2	1	0	1	1	15	8	0
カメムシ	24	45	11	7	42	27	14	37	25	58	36	0
コウチュウ	64	59	29	55	60	37	34	28	119	103	197	0
ハエ	5	3	1	0	3	66	7	7	10	21	13	0
トビケラ	14	11	0	0	3	4	1	4	0	0	0	0
チヨウ	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

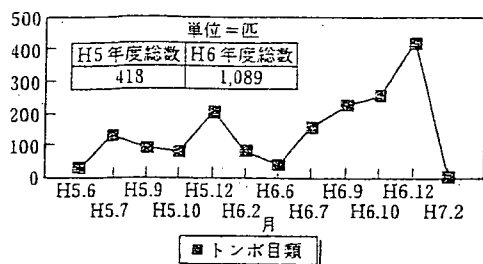


図-2 トンボ目類経年変化

まず、図-2 (経月変化) では、平成5年度から平成6年度の2年間のトンボ目の個体数の経月変化を示している。月により多少の変動はあるものの、増加傾向にあることがわかる。また、年度ごとの個体数比較でも、平成5年度の418匹に対して平成6年度は1,089匹とほぼ3倍近くに増加している。この要因としては、湿地性植物の増加によるトンボ目の産卵場の増加が考えられる。これだけ多くのトンボ目が一定の場所に分布しているのは大変珍しいと昆虫専門家の評価を得ている。

次に、第2貯水池建設前後における水生昆虫の出現状況を表-3に示す。建設前後でかなりの確認種の差がみられるが、これに関しては、次の様なことが要因として考えられる。まず、この第2貯水池付近は、固定堰を設けて水深を一定に保つ以前は、季節による水深の差が大きかった。そのため、降水量がある一定量あり、水深が十分ある時期は湿地性の生物が生息できるが、雨の少ない時期には水が干上がってしまい、湿地性の生物が定着するにはあまり適当な場所ではなかった。そのために、第2貯水池建設以前は、水生昆虫があまり確認できなかったのではないかと推測できる。さらに、第2貯水池の建設にあたって、赤土および豚舎排水の流入防止施設を整備したことが、貧腐水性の水生昆虫をはじめとした種の増加に大きな効果があったと思われる。

平成5年度および平成6年度調査において、国または県によって、天然記念物に指定されている種、および「日本の絶滅のおそれのある野生生物」(環

表-3 水生昆虫比較

確認種		建設前	建設後
目	科		
トンボ	イトトンボ	コフキヒメイトトンボ	●
		ムスジイトトンボ	●
		リュウキュウベニイトトンボ	●
		アオモンイトトンボ	●
		アカナガイトトンボ	●
	カワトンボ	リュウキュウハグロトンボ ※	●
	サナエトンボ	タイワンチワヤンマ	●
		オキナワオジロサナエ ※	●
		チビサナエ	●
	ヤンマ	オオギンヤンマ	●
トンボ	ヤンマ	リュウキュウギンヤンマ	●
		ギンヤンマ	●
	エゾトンボ	オキナワコヤマトンボ ※	●
		カラスヤンマ	●
	トンボ	コシブトンボ	●
		アオビタイトンボ	●
		ショウジョウトンボ	●
		ヒメトンボ	●
		オオキイロトンボ	●
		シオカラトンボ	●
		オシオカラトンボ	●
		ウスバキトンボ	●
		オキナワチョウトンボ	●
		ハネビロトンボ	●
カゲロウ	トビイロカゲロウ	トビイロコカゲロウ	●
		タニガワカゲロウ	●
	ヒラタカゲロウ	ヒラタカゲロウ	●
		タニガワカゲロウ	●
	イトアメンボ	イトアメンボ	●
		アメンボ	●
	アメンボ	タイワンシマアメンボ	●
		アマミアメンボ	●
	ヒメセシジアメンボ	ヒメセシジアメンボ	●
		セシジアメンボ	●
ミズギワカメムシ	ミズギワカメムシ	ミズギワカメムシ	●
		ミズギワカメムシ	●
	タイコウチ	タイコウチ	●
		ヒメミズカマキリ	●
	ミズムシ	ミズムシ	●
		ヒメマルミズムシ	●
コウチュウ	マツモムシ	マツモムシ	●
		シナコガシラミズムシ	●
	コガシラミズムシ	コガシラミズムシ	●
		シナコガシラミズムシ	●
	コツブゲンゴロウ	コツブゲンゴロウ	●
		チビコツブゲンゴロウ	●
	ゲンゴロウ	ゲンゴロウ	●
		チビゲンゴロウ	●
	ミズスマシ	ミズスマシ	●
		チビミズスマシ	●
トビケラ	トビケラ	トビケラ	●
		チビトビケラ	●
	シマトビケラ	シマトビケラ	●
		チビシマトビケラ	●
	ケトビケラ	ケトビケラ	●
		チビケトビケラ	●
	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	●
		チビヒゲナガカワトビケラ	●
	カワツツトビケラ	カワツツトビケラ	●
		チビカワツツトビケラ	●

※印：稀少種

境庁1991年)に掲載されている種を検証した。その結果、水生昆虫では、「リュウキュウハグロトンボ」、「オキナワオジロサナエ」、「オキナワコヤマトンボ」、「コガタノゲンゴロウ」の4種が確認されていることから、それらの種にとっても良好であることが分かった。

(2) 魚類

調査の結果、表-4に示すように、種類は限られているが純淡水魚や回遊性の魚類(ハゼ類)が確認できた。なお、平成5年度には8種835個体、平成6年度には7種333個体と、個体数が減少している。これについては自然増減の範囲と考えているが、今後もモニタリング調査を継続していくことで、明らかになっていくと考えられる。

表-4 個 体 数 比 較

目	平成5年度						平成6年度					
	6月	7月	9月	10月	12月	2月	6月	7月	9月	10月	12月	2月
ギンブナ	64	26	90	27	81	0	4	4	0	0	5	4
メダカ	17	8	1	4	11	1	14	21	64	26	22	14
タイワンキンギョ	2	2	6	9	12	2	9	7	2	3	8	5
モザンビークテラピア	34	29	14	28	30	0	4	6	22	31	4	0
クロヨシノボリ	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
ゴクラクハゼ	14	12	114	88	69	29	21	4	1	8	3	0
ナガノゴリ	2	1	0	2	2	0	14	1	0	0	0	0

建設前後の比較では、建設前に2目3科7種、建設後は3目5科7種と、1目2科の増加がみられる(表-5)。ただし、建設前に確認されていたが、建設後には確認されていない種がいくつかあることも認められる。これに関しては、ダム堰の設置により、回遊性種(ハゼ類)が行き来しづらくなったこと、止水域化した事などにより、溪流部に生息する種の減少などが考えられる。今後この点に関しては、対策を考える必要があると考えられる。稀少種に関しては、平成5年度および平成6年度調査で、「メダカ」、「タイワンキンギョ」の2種が確認されている。

(3) 鳥類

調査の結果、平成5年度には、35種473個体、平成6年度には40種372個体が確認されている。また、平成5年度および平成6年度の確認個体の中で冬鳥、夏鳥、旅鳥の占める割合を見ると、これらの渡り性の種がかなりの割合を占めている。これは、新たに出現した開放水域が、渡り鳥の休息地としての役割を果たしているものと考えてよいだろう。平成5年度、6年度で確認された種は、調査期間中同じ時期に飛来していることから、これらの渡り鳥達が、この第2貯水池に定着してきていると考えられる。

一方、水辺の鳥類の建設前後の比較においては、建設前は5目6科12種確認されたのに対して、建設後においては、7目9科21種が確認されている(表-6)。水鳥達にとって、第2貯水池がビオトープとしての役割をはたしていると考えられる。これには、前述した開放水域の出現に加え、水生昆虫の増加による食物の増加によるものと考えられ、食物連鎖を反映した結果と判断される。

表-5 建設前後の比較

確 認 種			建設前	建設後
目	科	種		
コイ	コイ	ギンブナ		●
ダツ	メダカ	メダカ ※		●
スズキ	ハゼ	ミナミヒメハゼ	●	
		テンジクカワアナゴ	●	
		ヒメハゼ	●	
		ゴクラクハゼ	●	●
		ナガノゴリ	●	●
		クロヨシノボリ		●
	ボラ	ボラ	●	
	カワスズメ	モザンビークテラピア		●
	トウギョ	タイワンキンギョ ※		●
タワナギ	タワナギ	タワナギ	●	

※印：稀少種

鳥類における稀少種としては平成5年度および平成6年度調査で、「オオヨシゴイ」、「チウサギ」、「コアジサシ」等が確認されている。

(4) 植物類

図-3に示す4ベルト地点において調査を行っている。

(ベルトA)

平成5年度においては、ハイキビ、チゴザサといった種がこの一帯に多く生息していたが、平成6年度にはホッスモやヒメガマといった種がハイキビ、チゴザサに代わって優占してきている。また、平成5年度には確認されていなかった種が、平成6年度調査では確認されてきている。この変化の要因としては、このベルトA区は、調査期間中に遊歩道の工事に伴う水面の拡大のため、この付近に開けた水域ができ、ホッスモ、ヒメガマといった沈水性、抽水性種が進出したためと考えられる。

(ベルトB)

この地区ではチゴザサ、ハイキビ、テツホシダ等が地区を優占している。年度毎の比較では、それほどの変化は見られないが、カキバカンコノキ、チガヤといった種が侵入してきている。ここでは、調査期間中に突然確認されなくなった種がいくつかある。ヒロハクロタマガヤツリに関しては冬枯れのためと考えられるが、他の種ではその要因については不明である。

(ベルトC)

この地区は平成5年度ではハイキビ、チゴザサ、テツホシダ等が優占していたが、平成6年度にはイヌクログアイが優占するようになっている。これはベルトA区同様に浚渫等を行い開けた水域が増加し、イヌクログアイなどの抽水性種が進出しているためと考えられる。同様にヒメガマ、ヒロハクロタマガヤツリといった湿地性種がハイキビ等の陸性種に対して優占してきており、第2貯水池が湿地性種保全という目的を達成していると考えられる。

(ベルトD)

平成5年度ではカンガレイ、トクサイ、ヒロハクロタマガヤツリ、タヌキアヤメといった種が優占していたのに対して、平成6年度にはチゴザサが侵入して来て優占している。これは赤土の流入による水深の変

表-6 建設前後の比較

確 認 種			建設前	建設後
目	科	種		
カイツブリ	カイツブリ	カイツブリ		●
コウノトリ	サギ	ヨシゴイ		●
		オオヨシゴイ ※		●
		リュウキュウヨシゴイ		●
		ゴイサギ	●	●
		ササゴイ	●	●
		ダイサギ		●
		チュウサギ ※		●
		コサギ	●	●
ガンカモ	ガンカモ	コガモ		●
		スズガモ		●
ツル	クイナ	ヒクイナ	●	●
		シロハラクイナ バン		●
チドリ	チドリ	シロチドリ	●	
	シギ	ミユビシギ	●	●
		クサシギ		●
		イソシギ チュウシャクシギ	●	●
	カモメ	コアジサシ ※		●
ブッポウソウ	カワセミ	アカショウビン		●
		カワセミ	●	●
スズメ	ツバメ	ツバメ	●	●
		リュウキュウツバメ	●	●
	セキレイ	キセキレイ		●

※印：稀少種

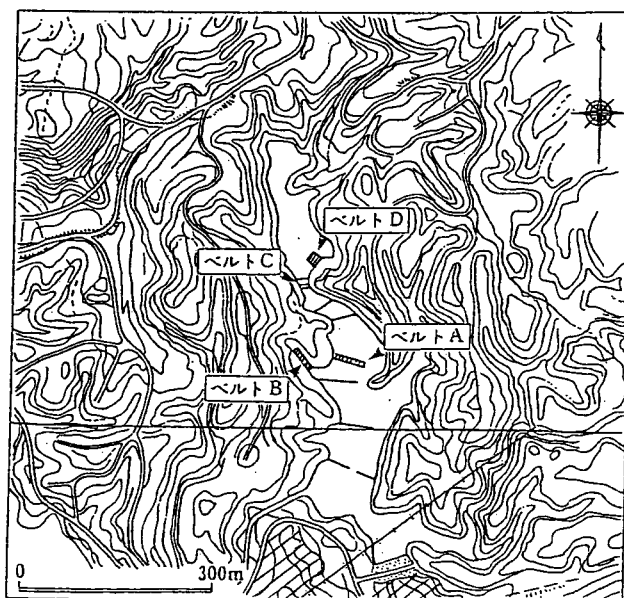


図-3 植物の調査位置図

一方でヒメガマやトクサイ等、湿地性植物の中でも水際付近に繁殖する抽水性植物が急増して植生地域が拡大したり、土堰提、蛇行流路の設置にも関わらず赤土砂の流入により水面が減少するという遷移と見られる現象も現れている。これについては、対策として、平成8年度に浚渫工事が行われた。浚渫前後で調査が行われ、陸地化の影響と、浚渫の効果についての知見が以下のように得られている。1) 植物については、陸地化の進行とともに湿地性植物の減少が見られたが、浚渫により回復している。2) 鳥類についても、同様に陸地化により減少したが、浚渫後に回復している。3) 魚介類については、浚渫による顕著な効果は見られなかった。4) 陸上昆虫類については、陸地化、浚渫の影響は見られなかったが、水生昆虫類については、陸地化に伴う種の減少、浚渫後の種の増加が確認されている。

このように、放置すると陸地化が進行する本貯水池において、水生生物の生息域を維持するには、浚渫が有効な対策と考えられる。現場においては、主要な生物の出現頻度の低下や構成種数の減少が一定の割合に達した段階で浚渫を行うなどの基準作りが今後の検討課題とされている。

6 基礎情報

事業主体 (沖縄開発庁沖縄総合事務局北部ダム事務所)

所在地 (沖縄県宜野座村)

引用文献 安田佳哉、岩崎誠、伊芸誠一郎(1996): 漢那ダム第2貯水池(湿地性ビオトープ)と追跡調査、ダム技術、No. 115、pp56-71

編集・執筆を担当した環境部のスタッフ

編集担当

北川 明	環境部長
半田 真理子	前 環境部長 [現 (財)公園緑地管理財団 調査部長]
佐合 純造	生態保全技術研究官
藤原 宣夫	緑化生態研究室 室長
日置 佳之	緑化生態研究室 主任研究員

執筆担当

執筆箇所

田中 隆	前 生態保全技術研究官 [現 (財)都市緑化技術開発機構 研究第一部長]	I
島谷 幸宏	河川環境研究室 室長	II-1
川上 篤史	交通環境研究室 研究員	II-2
小根山 裕之	前 交通環境研究室 研究員 [現 東京大学生産技術研究所 助手]	II-3
傳田 正利	河川環境研究室 研究員	II-4
近藤 悟	前 環境技術総括研究官 [現 国土交通省近畿地方整備局 地方事業評価管理官]	II-5
皆川 朋子	河川環境研究室 研究員	II-6
萱場 祐一	河川環境研究室 主任研究員	II-7
石曾根 敦子	緑化生態研究室 技官	II-8
木部 直美	緑化生態研究室 研究員	II-9
皆川 朋子	河川環境研究室 研究員	II-10
天野 邦彦	環境計画研究室 主任研究員	II-11